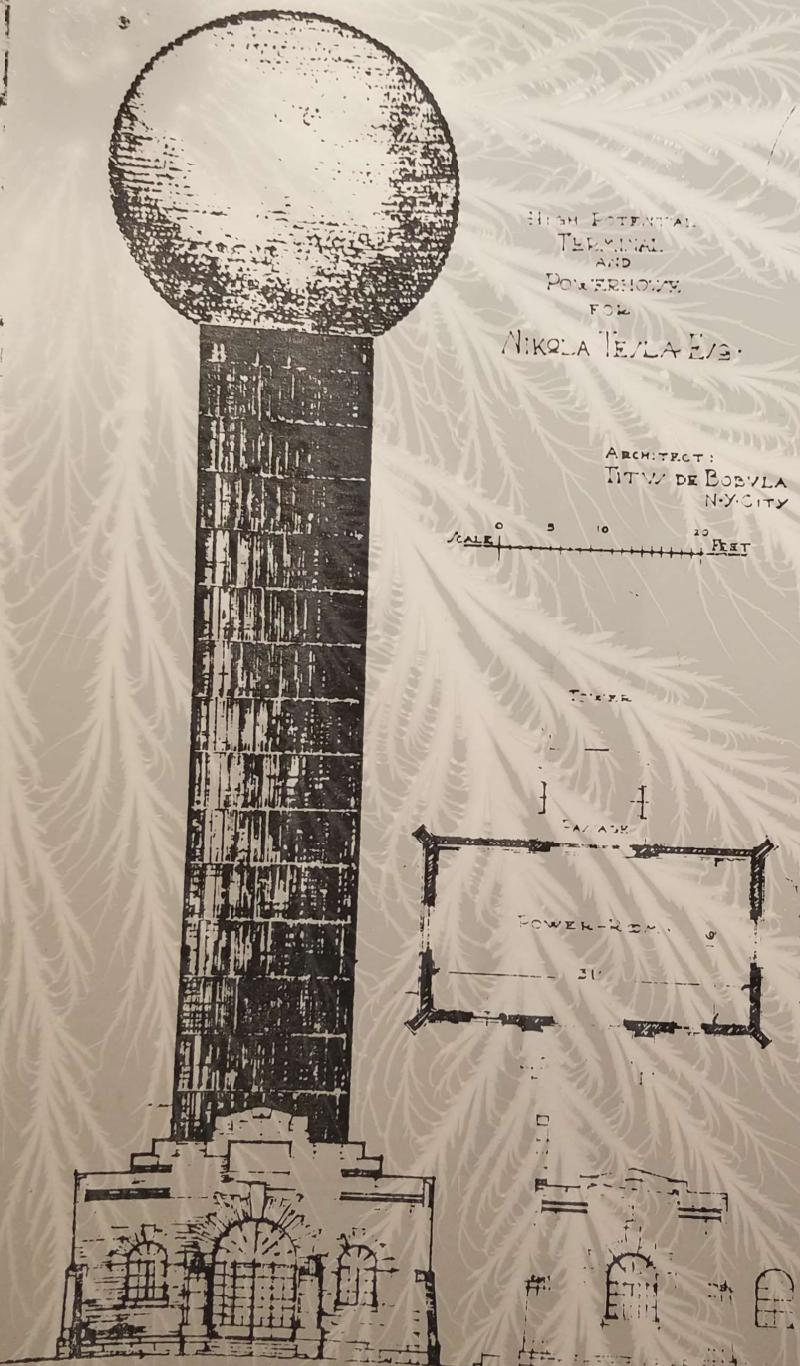


MS.  
And  
works - Papers - The Tesla Particular Proprietary  
1736-1942 1983, 1997-1998

AN  
MS

(4)





TOOKER AND CO. PUBLISHERS  
1850.  
NICKOLAS T. KELLY.

OZEJ



NEW ART

of

PROJECTING CONCENTRATED NON-DISPERSIVE ENERGY THROUGH  
NATURAL MEDIA

Briefly Exposed  
by

NIKOLA TESLA

The advances to be described are the result of my researches and experiments carried on for many years with the chief object of transmitting electrical energy to great distances. The first important practical realization of these efforts was the alternating current power system now in universal use. I then turned my attention to wireless transmission and was fortunate enough to achieve similar success in this fruitful field, my discoveries and inventions being employed throughout the world. In the course of this work I mastered the technique of high potentials sufficiently for enabling me to construct and operate, in 1899, a wireless transmitter developing up to twenty million volts. Some time before I had contemplated the possibility of transmitting such high tension currents over a narrow beam of radiant energy ionizing the air and rendering it, in a measure, conductive. After preliminary laboratory experiments I made tests on a large scale with the transmitter referred to and a

WISCONSIN-PIONEER - THE 1ST PARTICLE BEAM PROPOSAL - 1730 - 1942/1983 - 1974 - 1774

LAW

MAY 5  
AN

2



beam of ultra-violet rays of great energy in an attempt to conduct the current to the high rarefied strata of the air and thus create an auroral display such as might be utilized for illumination, especially of oceans, at night. I found that there was some virtue in the principle but the results did not justify the hope of important practical applications although, some years later, several inventors claimed to have produced a "death ray" in this manner. While the published reports to this effect were entirely unfounded, I believe that with the new transmitter to be built this and many other wonders will be achieved. Much time was also devoted by me to the transmission of radiant energy, in various forms, by reflectors and I perfected means for increasing enormously the intensity of the effects, but was baffled in all my efforts to materially reduce dispersion and became fully convinced that this handicap could only be overcome by conveying the power through the medium of small particles projected, at prodigious velocity, from the transmitter. Electrostatic repulsion was the only means to this end and apparatus of stupendous force would have to be developed, but granted that sufficient speed and energy could be realized with a single row of minute bodies then there would be no dispersion whatever even at the greatest distance. Since the cross section of

Telsa's INVENTIONS - PAPERS - The Tesla Particle Beam Project - 1936 - 1941 - 1944 - 1946 - 1947 - 1948 - 1949 - 1950 - 1951 - 1952 - 1953 - 1954 - 1955 - 1956 - 1957

MISS ANDREW  
1955



3

the carriers might be reduced to almost microscopic dimensions an immense concentration of energy, irrespective of distance, could be attained.

When I undertook to carry out this plan in practice the difficulties seemed insurmountable. In the first place, a closed vacuum tube could not be employed as no window could withstand the force of the impact. This made it absolutely necessary to project the particles in free air which meant that each could hold only an insignificant charge. Thus, no matter how high the potential of the terminal, the force of repulsion would be necessarily too small for the purpose contemplated. In illustration, reference may be made to a plant erected by me in 1903, a photograph of which is shown on the annexed sheet and which was provided with a spherical high potential terminal twenty meters in diameter. Now, a sphere of a radius  $R = 1000$  centimeters can be charged to a potential of  $100 \times R = 10^5$  e.s. units or  $3 \times 10^7$  volts and will then contain a quantity of electricity  $Q = 100 \times R^2 = 10^8$  e.s. units. With this charge the electric surface density will be a little less than 8 e.s. units and the limit of the dielectric strength of the air is reached. Similarly, the charge stored on a small particle of radius  $r$  will

1955  
ANDREW  
NIKOLA TESLA INVENTIONS - PAPERS - The Test Particle Beam Project 1955



be limited to the value  $q = 100 r^2$ . If  $r = 1/100$  of one centimeter, for example, then  $q = 1/100$  e.s. units. Thus the force repelling the particle at the distance  $R$  will be  $Qq/R^2 = 1$  dyne only. So that, with all the known resources of the previous art, and even a huge terminal as assumed, charged to the maximum pressure of thirty millions of volts, any attempt to project particles to great distance with destructive effect, would be futile. But by the application of my discoveries and inventions it is possible to increase the force of repulsion more than a million times and what was heretofore impossible, is rendered easy of accomplishment. The successful carrying out of the plan involves a number of more or less important improvements but the principal among these are the following:

1. A new form of high vacuum tube open to the atmosphere.
2. Provisions for imparting to a minute particle an extremely high charge.
3. A new terminal of relatively small dimensions and enormous potential.
4. An electro-static generator on a new principle and of very great power.

These devices and methods of operation will be

FIG. 1  
ILLUSTRATING OPEN VACUUM TUBE

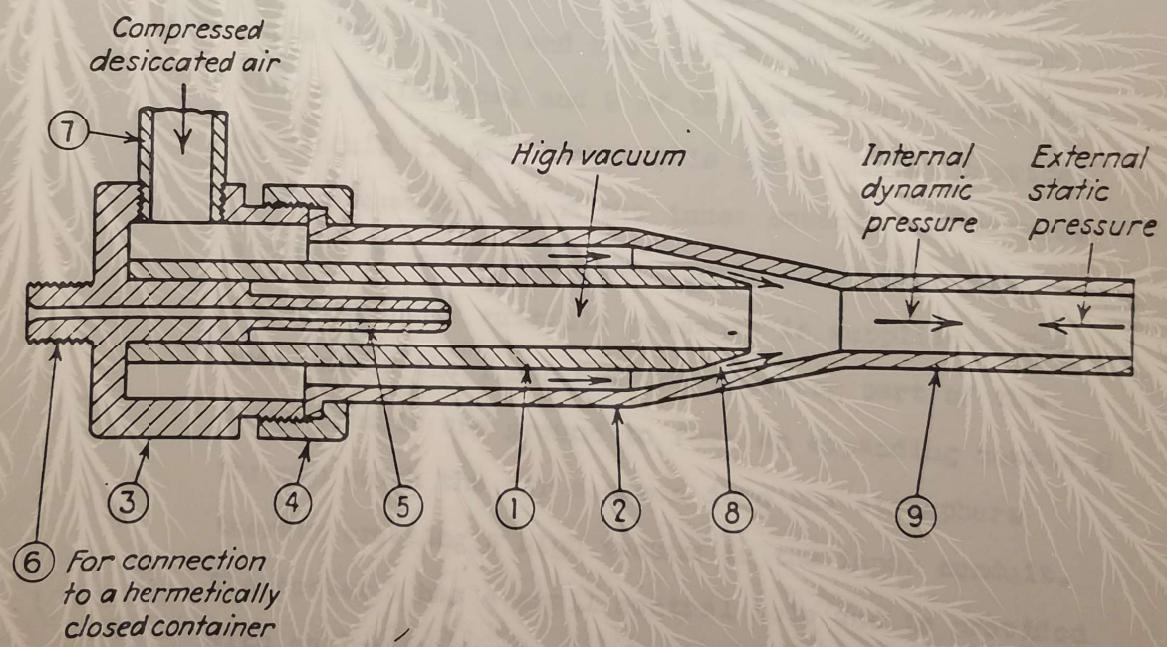
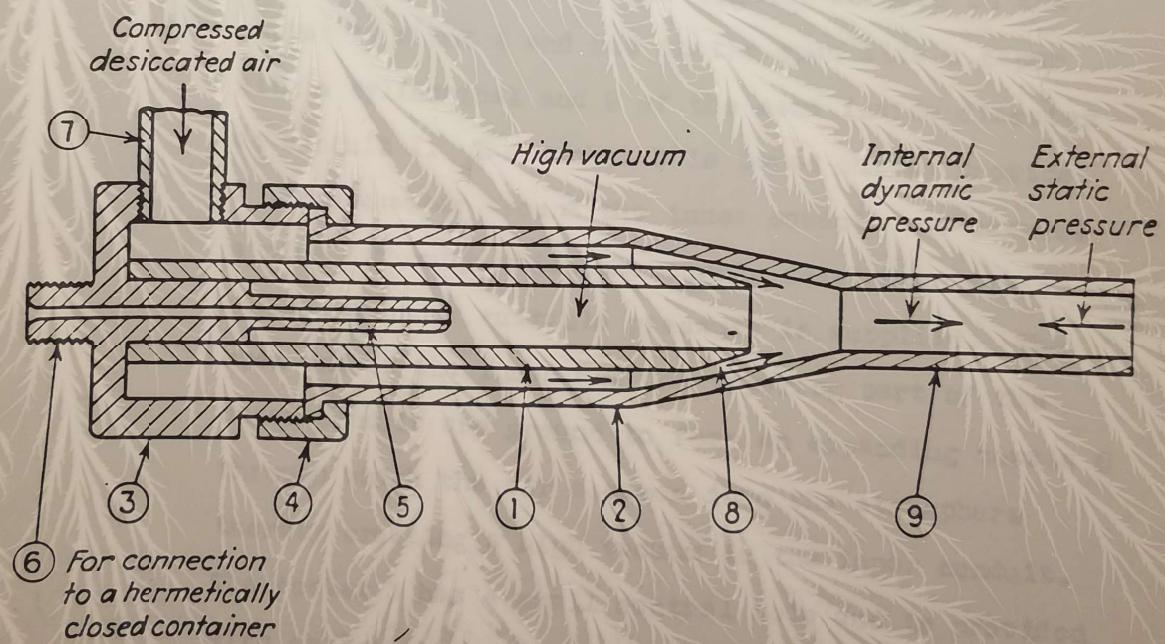


FIG. 1  
ILLUSTRATING OPEN VACUUM TUBE





explained by reference to the attached drawings in which Fig.1 and Fig.2 represent forms of the new open vacuum tube.

In Fig.1 the device consists of an inner cylindrical conduit 1 cemented to a metallic socket 3 and an outer conduit 2 which is tightly screwed to the socket by a nut 4 and has on the open side a taper with a cylindrical end 9 of the same inside diameter as conduit 1. The socket 3 is bored out to provide a large chamber around the inner conduit and carries a pipe 7 through which thoroughly dessicated air or other gas under suitable pressure is supplied. The open end of the inner and the tapering part of the outer conduit are ground to form an expanding nozzle 8 through which the air escapes into the atmosphere thereby creating a high vacuum in the inner conduit. The socket 3 has a small central hole and is provided with an inside extension 5 and a threaded outside projection 6, the latter serving for connection to a container supplying automatically suitable particles or material for same while the former fulfills the purpose of charging them as they emerge from the hole. The conduits 1 and 2 may be made of fused quartz, pyrex glass or other refractory material and it is obviously desirable that all parts of the apparatus

WEINSTEIN - PAPERS - THE TESLA PARTICLE BEAM PROPOSAL - 1936; 1942; 1943; 1944; 1946



explained by reference to the attached drawings in which Fig.1 and Fig.2 represent forms of the new open vacuum tube.

In Fig.1 the device consists of an inner cylindrical conduit 1 cemented to a metallic socket 3 and an outer conduit 2 which is tightly screwed to the socket by a nut 4 and has on the open side a taper with a cylindrical end 9 of the same inside diameter as conduit 1. The socket 3 is bored out to provide a large chamber around the inner conduit and carries a pipe 7 through which thoroughly dessicated air or other gas under suitable pressure is supplied. The open end of the inner and the tapering part of the outer conduit are ground to form an expanding nozzle 8 through which the air escapes into the atmosphere thereby creating a high vacuum in the inner conduit. The socket 3 has a small central hole and is provided with an inside extension 5 and a threaded outside projection 6, the latter serving for connection to a container supplying automatically suitable particles or material for same while the former fulfills the purpose of charging them as they emerge from the hole. The conduits 1 and 2 may be made of fused quartz, pyrex glass or other refractory material and it is obviously desirable that all parts of the apparatus

WEINSTEIN - PAPERS - THE TESLA PARTICLE BEAM PROPOSAL - 1936; 1942; 1943; 1944; 1946

ANSON  
ANDERSON  
MS. A.8



have small and nearly equal coefficients of thermal expansion especially when the working medium, which might also be superheated steam, is at an elevated temperature.

It will be observed that in this tube I do away with the solid wall or window indispensable in all types heretofore employed, producing the high vacuum required and preventing the inrush of the air by a gaseous jet of high velocity. Evidently, to secure this result, the dynamic pressure of the jet must be, at least, equal to the external static pressure. Expressed in symbols

$$V^2 w/2g = P$$

Assuming equality

$$V = \sqrt{2g P/w}$$

in which equation  $V$  is the speed of the jet at its entrance to channel 9 in meters,  $g$  the acceleration of gravity likewise in meters,  $P$  the external pressure in kilograms per square meter and  $w$  the normal weight of the air in kilograms per cubic meter. Now

$$g = 9.81 \text{ meters}$$

$$P = 10332.9 \text{ kilograms}$$

$$w = 1.2929 \text{ kilograms}$$

These values give

$$V = 396 \text{ meters}$$

TELEGRAMS - PAPERS - THE TEST PATH BEAM Project - 1736 - 19421883 197451714

ANDER  
MESS 48



have small and nearly equal coefficients of thermal expansion especially when the working medium, which might also be superheated steam, is at an elevated temperature.

It will be observed that in this tube I do away with the solid wall or window indispensable in all types heretofore employed, producing the high vacuum required and preventing the inrush of the air by a gaseous jet of high velocity. Evidently, to secure this result, the dynamic pressure of the jet must be, at least, equal to the external static pressure.

Expressed in symbols

$$V^2 w/2g = P$$

Assuming equality

$$V = \sqrt{2g P/w}$$

in which equation  $V$  is the speed of the jet at its entrance to channel 9 in meters,  $g$  the acceleration of gravity likewise in meters,  $P$  the external pressure in kilograms per square meter and  $w$  the normal weight of the air in kilograms per cubic meter. Now

$$g = 9.81 \text{ meters}$$

$$P = 10332.9 \text{ kilograms}$$

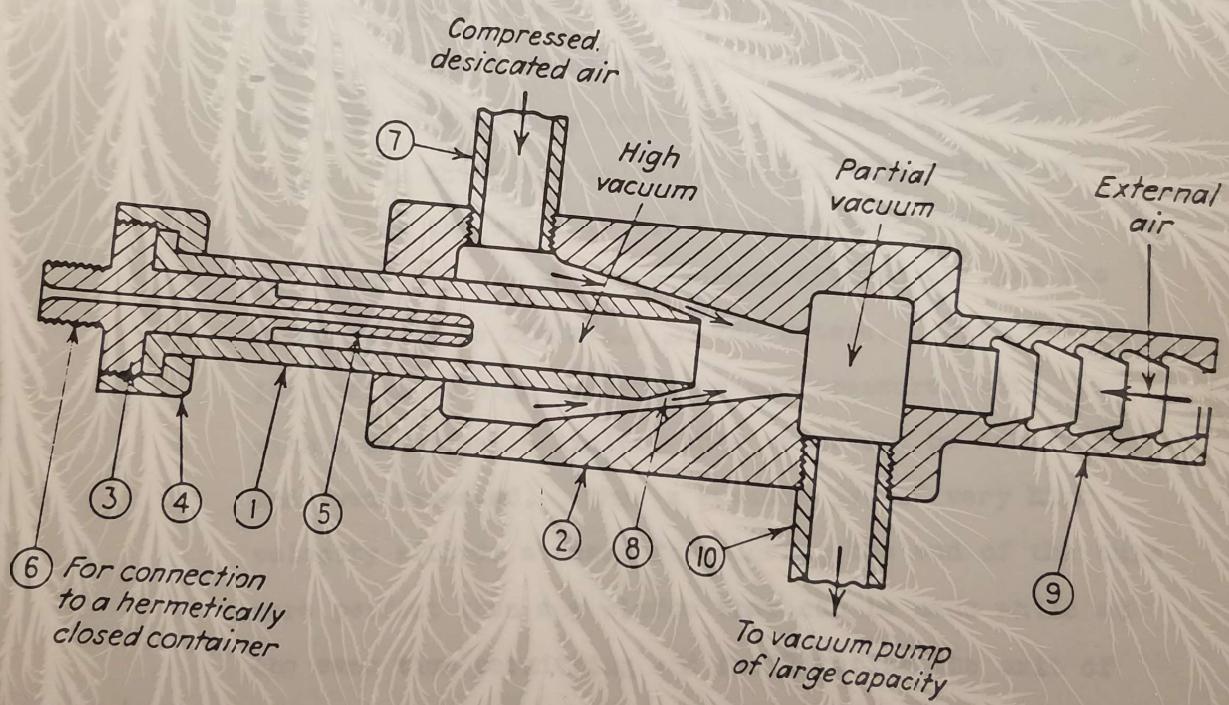
$$w = 1.2929 \text{ kilograms}$$

These values give

$$V = 396 \text{ meters}$$

TELEGRAMS - PAPERS - THE TEST PATH BEAM Project - 1736 - 1942183197451714

FIG. 2  
SHOWING A MODIFIED FORM OF OPEN VACUUM TUBE





7



Some allowance should be made for the frictional loss in the nozzle and outlet channel and also for the deflection of the jet. For most purposes the velocity need not be much greater, but as the degree of rarefaction depends on the square of  $V$  it is desirable to obtain as high a value as practicable. Usually vacua obtained by a mercury vapor pump are considered very high. In those the velocity is only 280 meters per second but the vapor is 6.9 times heavier than air. Therefore, to get the same vacuum with an air jet its speed should be  $280 \times \sqrt{6.9} = 735$  meters. With a working medium at high temperature and pressure, both within practicable limits, this value can be attained and even exceeded. Thus a gaseous jet of very high velocity affords a means for closing the end of the tube more perfect than any window that can be made while at the same time permitting and facilitating the exit of the particles.

Referring to Fig. 2 it shows schematically a modified form of my tube intended for various scientific and practical uses when it may be preferable or necessary not to discharge the jet through the open end. The construction of the device will be easily understood in view of the foregoing description like parts being similarly designated. A cylindrical conduit 1 is provided as

PROPOSAL - 1736 - 1942-183-1774-1774



8

in Fig. 1, but the outer one is replaced by a block 2 of lava or other insulating material shaped as indicated and firmly cemented to the conduit 1 which is hermetically joined by nut 4 to a metallic plug 3 having a central hole, and extensions 5 and 6 serving the purposes stated above. The working fluid, as compressed dessicated air, is supplied by means of a pipe 7 to a large annular space around conduit 1 and escapes, through an expanding nozzle 8 formed by the tapering part of the block and the end of the conduit, into a chamber connected by a pipe 10 to a vacuum pump of large capacity - not shown in the drawing - for carrying off not only the air issuing from the nozzle but also that rushing in from the outside through the open end 9. In order to minimize the volume of the latter I avail myself of an invention of mine known as "valvular conduit" by providing the wall of the open end 9 with recesses as indicated giving rise to whirls and eddies which use up some of the energy of the stream and reduce its velocity. In this way a pressure of about 100 millimeters mercury can be readily maintained in the chamber increasing greatly the expansion ratio of the air and its speed through the nozzle.

It is hardly necessary to remark that my open



8

in Fig. 1, but the outer one is replaced by a block 2 of lava or other insulating material shaped as indicated and firmly cemented to the conduit 1 which is hermetically joined by nut 4 to a metallic plug 3 having a central hole, and extensions 5 and 6 serving the purposes stated above. The working fluid, as compressed dessicated air, is supplied by means of a pipe 7 to a large annular space around conduit 1 and escapes, through an expanding nozzle 8 formed by the tapering part of the block and the end of the conduit, into a chamber connected by a pipe 10 to a vacuum pump of large capacity - not shown in the drawing - for carrying off not only the air issuing from the nozzle but also that rushing in from the outside through the open end 9. In order to minimize the volume of the latter I avail myself of an invention of mine known as "valvular conduit" by providing the wall of the open end 9 with recesses as indicated giving rise to whirls and eddies which use up some of the energy of the stream and reduce its velocity. In this way a pressure of about 100 millimeters mercury can be readily maintained in the chamber increasing greatly the expansion ratio of the air and its speed through the nozzle.

It is hardly necessary to remark that my open



vacuum tubes require mechanical power for operation which may range from 10 to 20 h.p., but this drawback is insignificant when considering the important advantages they offer and I anticipate that they will be extensively employed.

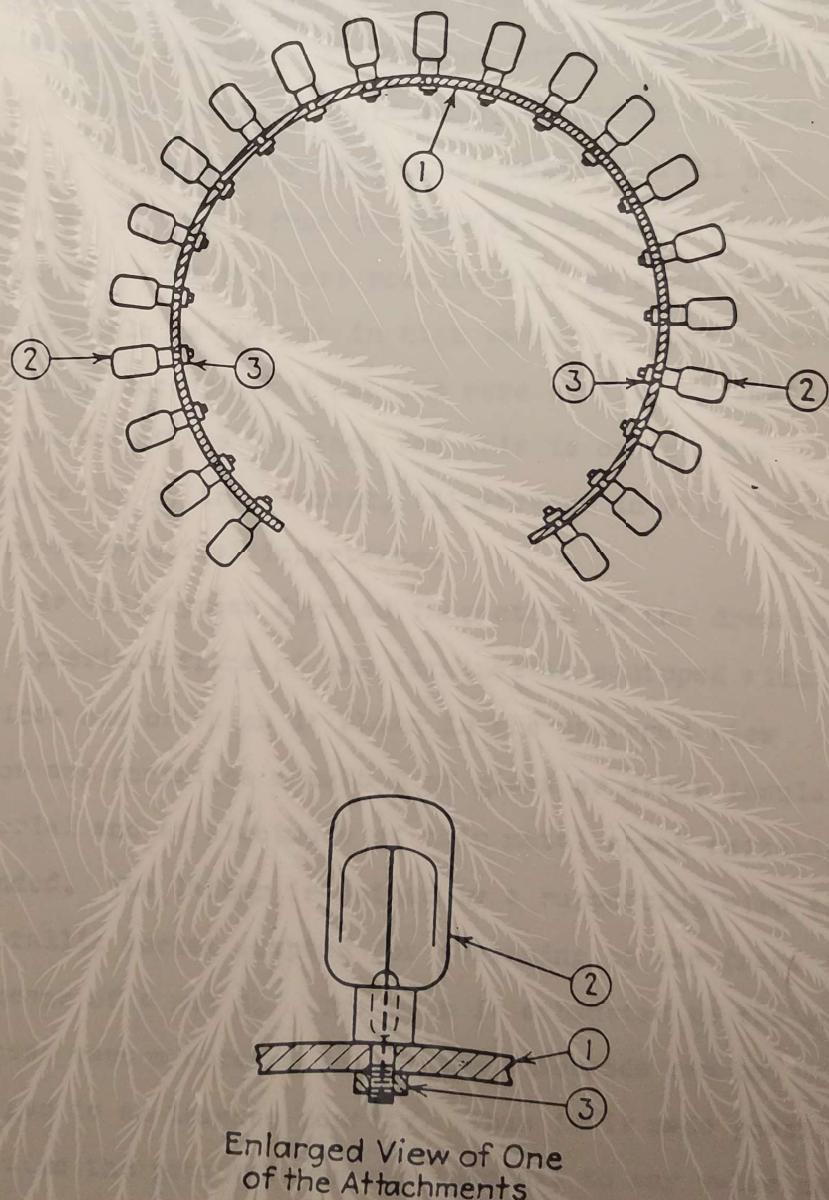
It remains to be explained how such a tube is utilized for imparting to a particle to be projected a very great charge. Imagine that the small spherical body be placed in a nearly perfect vacuum and electrically connected to the large sphere forming the high potential terminal of the transmitter. By virtue of the connection the small sphere will then be at the potential of the large one no matter what its distance from the same but the quantity of electricity stored on the small sphere will vary greatly with the distance and be proportionate to the difference of its potential and that of the adjacent medium. If the small sphere is very close to the large one this difference will be insignificant and so too the charge; but if the small sphere is at a great distance from the large one where the potential imparted by the same to the medium approximates zero, the quantity  $q$  of electricity stored on the small one will be relatively enormous and equal to  $Cr/R$ . To illustrate, if  $r = 1/100$  c.m. and  $R = 1000$  c.m. and  $C = 10^8$  e.s.



vacuum tubes require mechanical power for operation which may range from 10 to 20 h.p., but this drawback is insignificant when considering the important advantages they offer and I anticipate that they will be extensively employed.

It remains to be explained how such a tube is utilized for imparting to a particle to be projected a very great charge. Imagine that the small spherical body be placed in a nearly perfect vacuum and electrically connected to the large sphere forming the high potential terminal of the transmitter. By virtue of the connection the small sphere will then be at the potential of the large one no matter what its distance from the same but the quantity of electricity stored on the small sphere will vary greatly with the distance and be proportionate to the difference of its potential and that of the adjacent medium. If the small sphere is very close to the large one this difference will be insignificant and so too the charge; but if the small sphere is at a great distance from the large one where the potential imparted by the same to the medium approximates zero, the quantity  $q$  of electricity stored on the small one will be relatively enormous and equal to  $Cr/R$ . To illustrate, if  $r = 1/100$  c.m. and  $R = 1000$  c.m. and  $C = 10^8$  e.s.

FIG. 3  
NEW TERMINAL FOR EXCEEDINGLY HIGH POTENTIALS  
CONSISTING OF SPHERICAL FRAME WITH ATTACHMENTS



Enlarged View of One  
of the Attachments



ed

units, as before assumed, then  $q = 1000$  c.s. units which is a hundred thousand times more than previously obtainable. At a distance  $2R$  from the center of the terminal at which the difference between the potential of the small sphere and the adjacent medium will be half of the total, or 15,000,000 volts,  $q$  will be 500 c.s. units and from theoretical considerations it appears that the best results will be secured if the particle is charged in high vacuum at that distance. It can be accomplished all the more easily the smaller the radius of the terminal and this is one of the reasons why my improvement, illustrated in Fig. 3, is of great practical importance.

As will appear from an inspection of the drawing, the spherical frame of the terminal is equipped with devices one of which is shown in the enlarged view below and comprises a bulb 2 of glass or other insulating material and an electrode of thin metal sheet suitably rounded. The latter is joined by a supporting wire to a metallic socket adapted for fastening to the frame 1 by means of a nut 3. The bulb is exhausted to the very highest vacuum obtainable and the electrode can be charged to an immense density. Thus it is made possible to raise the potential of the terminal to any value desired, so to speak without limit, and the usual losses



ed

units, as before assumed, then  $q = 1000$  c.s. units which is a hundred thousand times more than previously obtainable. At a distance  $2R$  from the center of the terminal at which the difference between the potential of the small sphere and the adjacent medium will be half of the total, or 15,000,000 volts,  $q$  will be 500 c.s. units and from theoretical considerations it appears that the best results will be secured if the particle is charged in high vacuum at that distance. It can be accomplished all the more easily the smaller the radius of the terminal and this is one of the reasons why my improvement, illustrated in Fig. 3, is of great practical importance.

As will appear from an inspection of the drawing, the spherical frame of the terminal is equipped with devices one of which is shown in the enlarged view below and comprises a bulb 2 of glass or other insulating material and an electrode of thin metal sheet suitably rounded. The latter is joined by a supporting wire to a metallic socket adapted for fastening to the frame 1 by means of a nut 3. The bulb is exhausted to the very highest vacuum obtainable and the electrode can be charged to an immense density. Thus it is made possible to raise the potential of the terminal to any value desired, so to speak without limit, and the usual losses

FIG. 4  
SCHEMATIC ILLUSTRATION OF NEW HIGH POTENTIAL GENERATOR

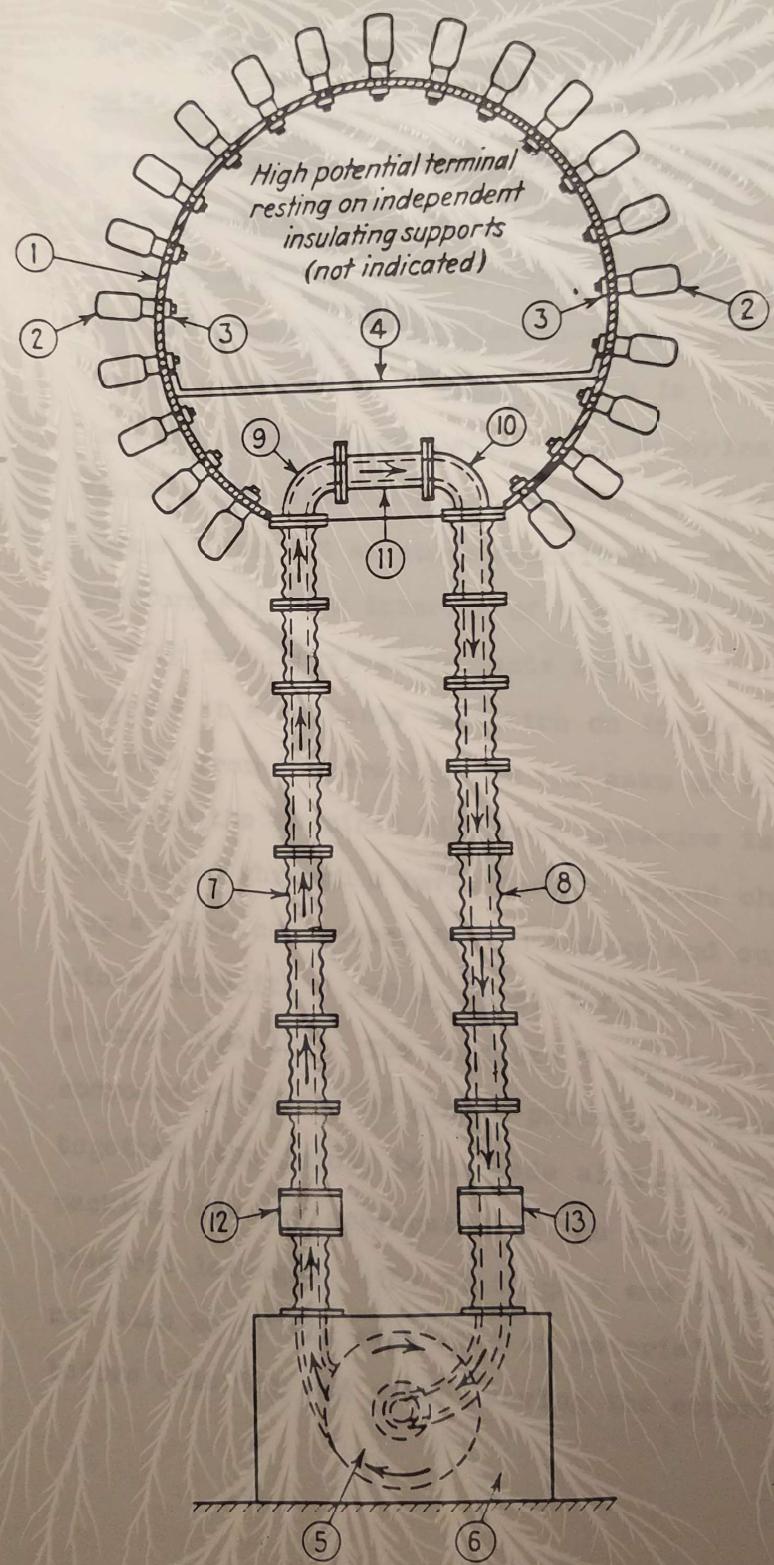
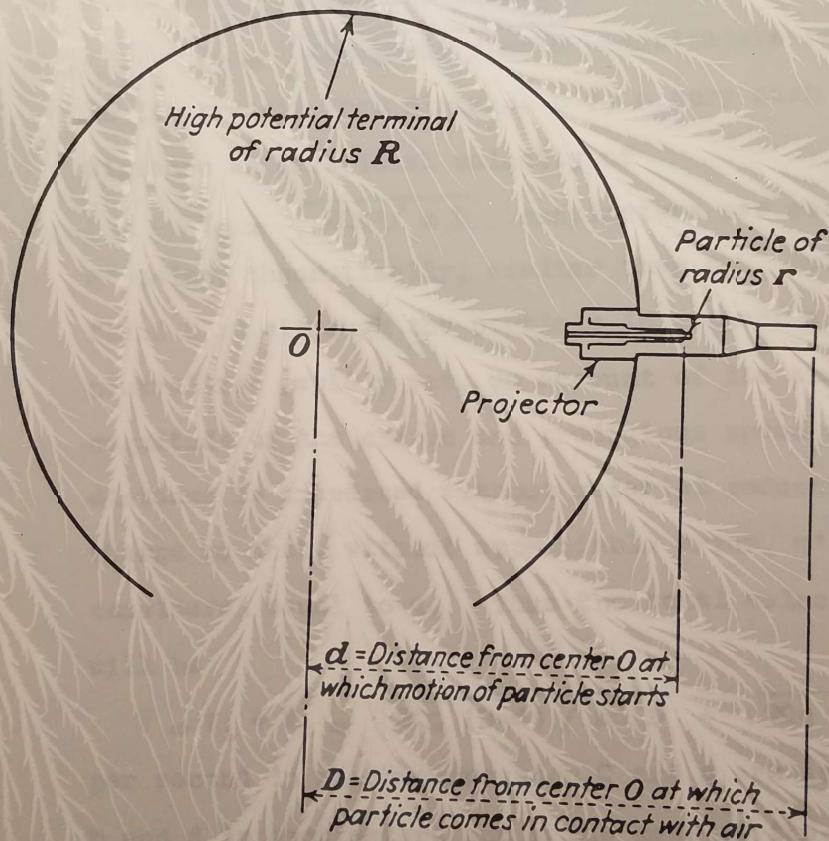


FIG. 5  
EXPLANATORY DIAGRAM





the potential of the terminal, as before explained, and that D is the distance from center O at which the particle leaves the vacuous space, then, in passing through the distance D - d it will be accelerated to a velocity

$$v_1 = \sqrt{2Qq(D-d) / md} \text{ centimeters per second.}$$

In its transit from distance D to a very much greater distance an additional velocity of

$$v_2 = \sqrt{2Qq'/mD} \text{ centimeters per second}$$

$q'$  being, theoretically, smaller than  $q$ . But I have found that although the particle in contact with air is neutralized rapidly yet, on account of its small surface, magnitude of the charge and prodigious speed a very great distance is traversed without material reduction of the charge so that, without appreciable error,  $q'$  may be considered equal to  $q$ . Thus the total velocity attained will be

$v = v_1 + v_2 = \sqrt{2Qq(D-d) / md} + \sqrt{2Qq / mD} \text{ centimeters per second}$  in which expression Q and q are in e.s. units, D and d in centimeters and m the mass of the particle in grams. But the calculation may be simplified, for if the charge is virtually constant through a great distance the velocity finally attained will be

$$v = \sqrt{2Qq / m d} \text{ centimeters per second}$$

Assume now that the terminal is equivalent to a sphere of radius  $R = 250$  centimeters which heretofore could only be

R. L. INGENHART - PAPERS - THE TESLA PARTICLE BEAM PROPOSAL - 1734 - 1942-1983 - 1974-1976

Box 27

Walter  
MS 48

15



Since a joule is equivalent to about 10,000 gram-centimeters, the kinetic energy is equal to  $10^5$  gram-centimeters or 1 kilogram-meter.

In order to determine the probable trajectory the air resistance encountered by the particle has to be estimated from practical data and theoretical considerations. Very extensive ballistic tests by French experts have established conclusively that up to a velocity of 400 meters per second the resistance increases as the square of the speed but from there on, to the highest velocities attained the increase is directly proportionate to the speed. On the other hand it has been found in tests with rifles that an ordinary bullet, 8 millimeters in diameter and three times as long, fired at 400 meters per second, encounters a mean resistance of about 0.02 kilogram and from these facts it can be inferred that the average resistance of the particle at the maximum speed  $V$  might be of the order of  $1/64,000$  of a kilogram and if so the trajectory should be approximately, 64,000 meters or 64 kilometers. Obviously, resistance data can not be accurate but as the mechanical effects can be increased many times there should be no difficulty in securing the practically required range with a transmitter as described. In all probability, when the technique is perfected, results will be obtained which are thought

Lxxvii



impossible at present. Such a particle, notwithstanding its minute volume of  $1/250,000$  cubic centimeter, would be very destructive. It would pierce the usual protecting covering of aeroplanes, put machinery out of commission and ignite fuel and explosives. To combatants it would be deadly at any distance well within its full range. Projected almost simultaneously in great numbers the particles would produce intense heating effects. In actions against aeroplanes the range would be very much greater on account of the smaller density of the air. Evidently, the smaller the particles, the greater will be their speed. For instance, if  $r = 1/10000$  centimeter a velocity of 160,000 meters per second will be attained. An enormous increase in speed and range would be secured with particles of a diameter smaller than 800 times the molecular diameter.

It is important to devise a thoroughly practical and simple means for supplying particles and I have invented two which seem to meet this requirement. One is to feed tungsten or other wire from a spool in a closed container joined hermetically to the projector, the rotation of the spool being under the control of the operator. Using wire  $2/100$  centimeter in diameter, twenty cubic centimeters of the same would provide material for 5,000,000 particles. The other device consists of a closed container fixed to the projector and filled with mercury which can be expanded



1'



by external and controllable application of heat and forced, under great pressure, through a minute hole in the extreme end of the extension reaching to the distance d as before illustrated and explained. The droplets torn off and projected would have the hardness of steel owing to the great capillary pressure. If mercury can be used for the purpose this means is ideally simple and cheap.

L7 1994  
Label

WORKS - PAPERS - THE TESLA PARTICLE BEAM PROPOSAL - 1936, 1942, 1948, 1974, 1976  
MSS 48

Box 7  
Folder 27

SYSTEM OF PARTICLE ACCELERATION  
FOR USE IN NATIONAL DEFENSE

NEW ART

OF

PROJECTING CONCENTRATED NON-DISPERSIVE ENERGY  
THROUGH NATURAL MEDIA

by  
NIKOLA TESLA

The advances to be described are the results of my researches carried on for many years with the chief object of transmitting electrical energy to great distances. The first important practical realization of these efforts was the alternating current power system now in universal use. I then turned my attention to wireless transmission and was fortunate enough to achieve similar success in this fruitful field, my discoveries and inventions being employed through the world. In the course of this work, I mastered the technique of high potentials sufficiently for enabling me to construct and operate, in 1899, a wireless transmitter developing up to twenty million volts. Some time before, I contemplated the possibility of transmitting such high tension currents over a narrow beam of radiant energy ionizing the air and rendering it, in measure, conductive. After preliminary laboratory experiments, I made tests on a large scale with the transmitter referred to and a

beam of ultra-violet rays of great energy in an attempt to conduct the current to the high rarefied strata of the air and thus create an auroral display such as might be utilized for illumination, especially of oceans at night. I found that there was some virtue in the principle but the results did not justify the hope of important practical applications although, some years later, several inventors claimed to have produced a "death ray" in this manner. While the published reports to this effect were entirely unfounded, I believe that with the new transmitter to be built, this and many other wonders will be achieved. Much time was devoted by me to the transmission of radiant energy, in various forms, by reflectors and I perfected means for increasing enormously the intensity of the effects, but was baffled in all my efforts to materially reduce dispersion and became fully convinced that this handicap could only be overcome by conveying the power through the medium of small particles projected, at prodigious velocity, from the transmitter. Electro-static repulsion was the only means to this end and apparatus of stupendous force would have to be developed, but granted that sufficient speed and energy could be realized with a single row of minute bodies, then there would be no dispersion whatever, even at the greatest distance. Since the cross section of

the carriers might be reduced to almost microscopic dimensions, an immense concentration of energy, irrespective of distance, could be attained.

When I undertook to carry out this plan in practice the difficulties seemed insurmountable. In the first place, a closed vacuum tube could not be employed as no window could withstand the force of the impact. This made it absolutely necessary to project the particles in free air which meant that each could hold only an insignificant charge. Thus, no matter how high the potential of the terminal, the force of repulsion would be necessarily too small for the purpose contemplated. In illustration, reference may be made to a plant erected by me in 1903, a photograph of which is shown on the annexed sheet and which was provided with a numerical high potential terminal twenty meters in diameter. Now, a sphere of a radius  $R = 1000$  centimeters can be charged to a potential of  $100 \times R = 10^5$  e.s. units or  $3 \times 10^7$  volts and will then contain a quantity of electricity  $Q = 100 \times R^2 = 10^8$  e.s. units. With this charge, the electric surface density will be a little less than 8 e.s. units and the limit of the dielectric strength of the air is reached. Similarly, the charge stored on a small particle of radius  $r$  will

be limited to the value  $q = 100 r^2$ . If  $r = 1/100$  of one centimeter, for example, then  $q = 1/100$  e.s. units. Thus, the force repelling the particle at the distance  $R$  will be  $Qq/R^2 = 1$  dyne only. So that, with all the known resources of previous art, and even a huge terminal as assumed, charged to the maximum pressure of thirty millions of volts, any attempt to project particles to great distances with destructive effect, would be futile. But by the application of my discoveries and inventions, it is possible to increase the force of repulsion more than a million times and what was heretofore impossible, is rendered easy of accomplishment. The successful carrying out of the plan involves a number of more or less important improvements but the principal among these are the following:

1. A new form of high vacuum tube open to the atmosphere.
2. Provisions for imparting to a minute particle an extremely high charge.
3. A new terminal of relatively small dimensions and enormous potential.
4. An electro-static generator on a new principle and of very great power.

These devices and methods of operation will be

explained by reference to the attached drawings in which Fig. 1 and Fig. 2 represent forms of the new open tube.

In Fig. 1, the device consists of an inner cylindrical conduit 1 cemented to a metallic socket 3, and an outer conduit 2, which is tightly screwed to the socket by a nut 4, and has on the open side a taper with a cylindrical end 9, of the same inside diameter as conduit 1. The socket 3, is bored out to provide a large chamber around the inner conduit and carries a pipe 7, through which thoroughly dessicated air or other gas under suitable pressure is supplied. The open end of the inner and the tapering part of the outer conduit are ground to form an expanding nozzle 8 through which the air escapes into the atmosphere thereby creating a high vacuum in the inner conduit. The socket 3, has a small central hole and is provided with an inside extension 5, and a threaded outside projection 6, the latter serving for connection to a container supplying automatically suitable particles or material for same while the former fulfill the purpose of charging them as they emerge from the hole. The conduit 1 and 2 may be made of fused quartz, pyrex glass or other refractory material and it is obviously desirable that all parts of the apparatus

have small and nearly equal coefficients of thermal expansion especially when the working medium, which might also be superheated steam, is at an elevated temperature.

It will be observed that in this tube I do away with the solid wall or window indispensable in all types heretofore employed, producing the high vacuum required and preventing the inrush of the air by a gaseous jet of high velocity. Evidently, to secure this result, the dynamic pressure of the jet must be, at least, equal to the external static pressure..

Expressed in symbols

$$V^2 w / 2g = P$$

Assuming equality

$$V = \sqrt{2g P/w}$$

in which equation  $V$  is the speed of the jet at its entrance to channel 8 in meters,  $g$  the acceleration of gravity likewise in meters,  $P$  the external pressure in kilograms per square meter and  $w$  the normal weight of the air in kilograms per cubic meter. Now

$$g = 9.81 \text{ meters}$$

$$P = 10332.9 \text{ kilograms}$$

$$w = 1.2929 \text{ kilograms}$$

These values give

$$V = 396 \text{ meters}$$

Some allowance should be made for the frictional loss in the nozzle and outlet channel and also for the deflection of the jet. For most purposes, the velocity need not be much greater, but as the degree of rarefaction depends on the square of V, it is desireable to obtain as high a value as practicable. Usually vacuum obtained by a mercury vapor pump are considered very high. In those the velocity is only 280 meters per second but the vapor is 6.9 times heavier than air. Therefore, to get the same vacuum with an air jet, its speed should be  $280 \times \sqrt{6.9} = 735$  meters. With a working medium at high temperature and pressure, both within practical limits, this value can be attained and even exceeded. Thus a gaseous jet of very high velocity affords a means for closing the end of the tube, more perfect than any window that can be made while at the same time permitting and facilitating the exit of the particles.

Referring to Fig. 2, it shows schematically a modified form of my tube intended for various scientific and practical uses when it may be preferable or necessary not to discharge the jet through the open end. The construction of the device will be easily understood in view of the foregoing description like parts being similarly designated. A cylindrical conduit 1 is provided as

in Fig. 1, but the outer one is replaced by a block 2, of lava or other insulating material shaped as indicated and firmly cemented to the conduit 1 which is hermatically joined by a nut 4, to a metallic plug 3, having a central hole, and extensions 3 and 6 serving the purpose stated above. The working fluid, as compressed dessicated air, is supplied by means of a pipe 7, to a large annular space around conduit 1 and escapes, through an expanding nozzle 8, formed by the tapering part of the block and the end of the conduit, into a chamber connected by a pipe 10, to a vacuum pump of large capacity - not shown on the drawing - for carrying off not only the air issuing from the nozzle but also that rushing in from the outside through the open end 9. In order to minimize the volume of the latter, I avail myself of an invention of mine known as "valvular conduit" by providing the wall of the open end 9, with recesses as indicated giving rise to whirls and eddies which use up some of the energy of the stream and reduce its velocity. In this way, a pressure of about 100 millimeters of mercury can be readily maintained in the chamber increasing greatly the expansion ratio of the air and its speed through the nozzle.

It is hardly necessary to remark that my open

vacuum tubes require mechanical power for operation which may range from 10 to 20 h.p., but this drawback is insignificant when considering the important advantages they offer and I anticipate that they will be extensively employed.

It remains to be explained how such a tube is utilized for imparting to a particle to be projected a very great charge. Imagine that the small spherical body be placed in a nearly perfect vacuum and electrically connected to the large sphere forming the high potential terminal of transmitter. By virtue of the connection, the small sphere will then be at the potential of the large one no matter what its distance from the same but the quantity of electricity stored on the small sphere will vary greatly with the distance and be proportionate to the difference of its potential and that of the adjacent medium. If the small sphere is very close to the large one, this difference will be insignificant and so too the charge; but if the small sphere is at a great distance from the large one where the potential imparted by the same to the medium approximates zero, the quantity of electricity stored on the small one will be relatively enormous and equal to  $Qr/R$ . To illustrate, if  $r = 1/100$  e.s. and  $R = 1000$  e.s. and  $Q = 10^8$  e.s.

units, as before assumed, then  $Q = 1000$  e.s. units which is a hundred thousand times more than previously obtainable. At a distance  $2R$  from the center of the terminal, at which the difference between the potential of the small sphere and the adjacent medium will be half of the total, or 15,000,000 volts,  $Q$  will be 500 e.s. units and from theoretical considerations, it appears that the best results will be secured if the particle is charged in high vacuum at that distance. It can be accomplished all the more easily the smaller the radius of the terminal and this is one of the reasons why my improvement, illustrated in Fig. 3, is of great practical importance.

As will appear from the inspection of the drawing, the spherical frame of the terminal is equipped with devices one of which is shown in the enlarged view below and comprises a bulb 2 of glass or other insulating material and an electrode of thin metal sheet suitable rounded. The latter is joined by a supporting wire to a metallic socket adapted for fastening to the frame 1 by means of nut 3. The bulb is exhausted to the very highest vacuum obtainable and the electrode can be charged to an immense density. Thus, it is made possible to raise the potential of the terminal to any value desired, so to speak, without limit, and the usual losses

are avoided. I am confident that as much as one hundred million volts will be reached with such a transmitter providing a tool of inestimable value for practical purposes as well as scientific research.

Perhaps the most important of these inventions is the new high potential electro-static generator, schematically represented in Fig. 4, which is provided with my improved terminal consisting of a spherical metallic frame 1 with attachments 2, adapted to be fastened to the former by nuts 3, as above described. The terminal has a platform 4, in the interior of the frame intended for supporting machinery, instruments and observers, and is carried at a suitable elevation on insulating columns omitted from the drawing for the sake of simplicity. To energize the terminal air under pressure is driven at high speed through a hermetically closed channel comprising a turbo compressor 5, with intake and outlet connections, conduits 7 and 8, special fittings 9 and 10 and a short pipe 11. The conduits 7 and 8 are preferably composed of pieces of glazed porcelain bolted tightly together, the joints being made airtight by suitable packing and are corrugated on the outside to minimize electrical leakage. The fittings 9 and 10 and pipe 11 may also be of the same kind of material. The air before entering and after leaving the compressor, as

well as all apparatus within the airtight enclosure 6 is effectively cooled and maintained at a constant temperature by means as ordinarily employed which was not thought necessary to illustrate. The operation of the machine will be understood most readily by likening the moving column of air to a running belt. When the air, leaving the compressor, reaches the device 12, containing discharge points electrified by a direct current of high tension, it is ionized and the charge imparted to it is carried upward to the special fitting 9 where it is drawn off by sucking points and charges the terminal. On the return to the compressor the air passes through special fitting 10 where it receives electricity of opposite sign conveying it to the device 13 and from there to the ground. These actions are repeated with great rapidity. The generator can be made self-exciting by suitable connections. For several reasons, I estimate that a machine as described will have an output of many times greater than a belt generator of the same size and, besides, it has several other important construction and operative advantages.

To give an approximate estimate of performance, reference is made to diagram in Fig. 5 representing a spherical terminal and an open vacuum tube for projecting particles. Suppose that  $d$  be the distance from center  $O$  at which a particle of radius  $r = 1/100$  c.m. is charged in vacuum to

the potential of the terminal, as before explained, and that  $D$  is the distance from center  $O$  at which the particle leaves the vacuous space, then, in passing through the distance  $D - d$  it will be accelerated to a velocity.

$$v_1 = \sqrt{2Qq(D-d) / mdD} \text{ centimeters per second.}$$

In its transit from distance  $D$  to a very much greater distance an additional velocity of

$v_2 = \sqrt{2Qq'/mD}$  centimeters per second  $q'$  being, theoretically, smaller than  $q$ . But I have found that although the particle in contact with air is neutralized rapidly yet, on account of its small surface, magnitude of the charge and prodigious speed, a very great distance is traversed without material reduction of the charge so that, without appreciable error,  $q'$  may be considered equal to  $q$ .

Thus the total velocity attained will be

$$v = v_1 + v_2 = \sqrt{2Qq(D-d) / mdD} + \sqrt{2Qq / mD} \text{ centimeters per second which expression } Q \text{ and } q \text{ are in e.s. units, } D \text{ and } d \text{ in centimeters and } m \text{ the mass of the particle in grams.}$$

But the calculation may be simplified, for if the charge is virtually constant through a great distance, the velocity finally attained will be

$v = \sqrt{2Qq / md}$  centimeters per second. Assume now that the terminal is equivalent to a sphere of radius  $R = 250$  centimeters which heretofore could only be

-14-

charged to a potential of  $100 \times 250 = 25,000$  e.s. units or  $7,500,000$  volts but, by taking advantage of my improvements, can be readily charged to  $2 \times 10^5$  e.s. units or  $6 \times 10^7$  volts in which case the quantity of electricity stored will be  $Q = 2 \times 10^5 \times 250 = 5 \times 10^7$  e.s. units. If, for best effect, the particle is charged in vacuum at a distance  $d = 2R = 500$  centimeters where the difference between its potential and adjacent medium is  $3 \times 10^7$  volt or  $10^5$  e.s. units, then  $q/r = 10^5$  and  $q = 10^5 r = 1000$  e.s. units. The particle will have a volume of  $4\pi/3 \times 10^6$  cubic centimeter and if it be Tungsten, it will weigh about  $4\pi \times 18/3 \times 10^6$  gram and have a mass  $m = 72\pi/3 \times 981 \times 10^6 = 7686/10^{11}$  gram.

Substituting these values

$$v = \sqrt{2 \times 5 \times 10^7 \times 1000 \times 10^{11} / 1000 \times 7686 \times 500}$$

$$= 1,613,000 \text{ centimeters or } 16,130 \text{ meters per second.}$$

This finding may be checked by using the relation between the joule's equivalent and the kinetic energy. Here the joules are  $3 \times 10^7 \times 1000 / 3 \times 10^9 = 10$  and approximately equal to  $10^6$  gram-centimeters.. Consequently,

$$mv^2/2 = 10^6,$$

$$v^2 = 2 \times 10^6 \times 10^{11} / 7686 \text{ and}$$

$$v = 1,613,000 \text{ centimeters or } 16,130 \text{ meters}$$

as found above by my formula which is always applicable while the latter rule is not.

Since a joule is equivalent to about 10,000 gram-centimeters the kinetic energy is equal to  $10^5$  gram-centimeters or 1 kilogram-meter.

In order to determine the probable trajectory the air resistance encountered by the particle has to be estimated from practical data and theoretical consideration. Very extensive ballistic tests by French experts have established conclusively that up to a velocity of 400 meters per second, the resistance increases as the square of the speed but from there on, to the highest velocities attained, the increase is directly proportional to the speed. On the other hand, it has been found in tests with rifles that an ordinary bullet,

8 millimeters in diameter and three times as long, fired at 400 meters per second, encounters a mean resistance of about 0.02 kilogram and from these facts it can be inferred that the average resistance of the particle at the maximum speed  $V$  might be of the order of  $1/64,000$  of a kilogram and if so, the trajectory should be approximately, 64,000 meters or 64 kilometers. Obviously, resistance data can not be accurate but as the mechanical effects can be increased many times, there should be no difficulty in securing the practically required range with a transmitter as described. In all probability, when the technique is perfected, results will be obtained which are thought

impossible at present. Such a particle, notwithstanding its minute volume of 1/250,000 cubic centimeter, would be very destructive. It would pierce the usual protecting covering of aeroplanes, put machinery out of commission and ignite fuel and explosives. To combatants, it would be deadly at any distance well within its full range. Projected almost simultaneously in great numbers, the particles would produce intense heating effects. In action against aeroplanes, the range would be very much greater on account of the smaller density of the air. Evidently, the smaller the particles, the greater will be their speed. For instance, if  $r = 1/10000$  centimeter, a velocity of 160,000 meters per second will be attained. An enormous increase in speed and range would be secured with particles of a diameter smaller than 800 times the molecular diameter.

It is important to devise a thoroughly practical and simple means for supplying particles and I have invented two which seem to meet this requirement. One is to feed tungsten or other wire from a spool in a closed container joined hermetically to the projector, the rotation of the spool being under the control of the operator. Using wire 2/100 centimeters in diameter, twenty cubic centimeters of the same would provide material for 5,000,000 particles. The other device consists of a closed container fixed to the projector and filled with mercury which can be expanded

by external and controllable application of heat and forced, under great pressure, through a minute hole in the extreme end of the extension reaching to the distance  $d$  as before illustrated and explained. The droplet torn off and projected would have the hardness of steel owing to the great capillary pressure. If mercury can be used for the purpose, this means is ideally simple and cheap.

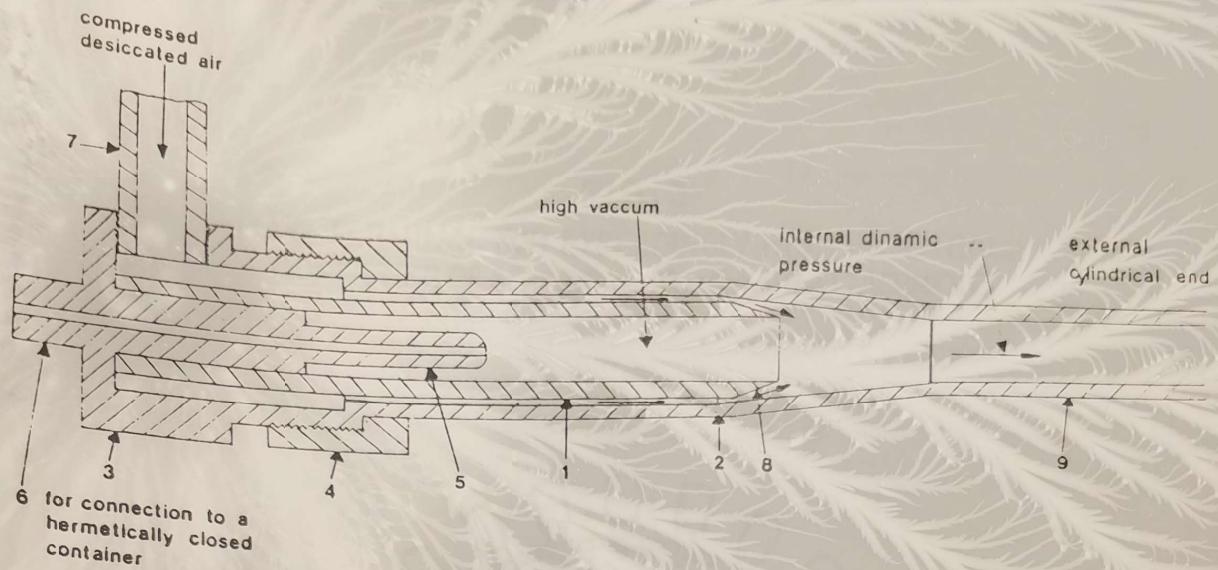


FIGURE 1  
ILLUSTRATING OPEN VACUUM TUBE

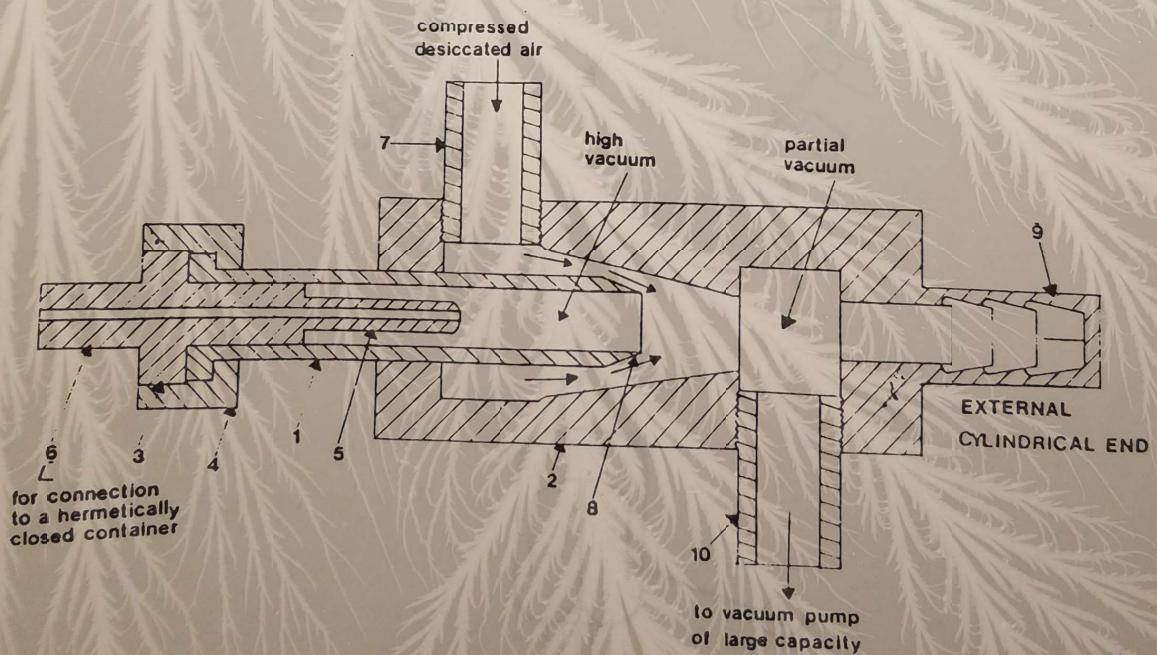
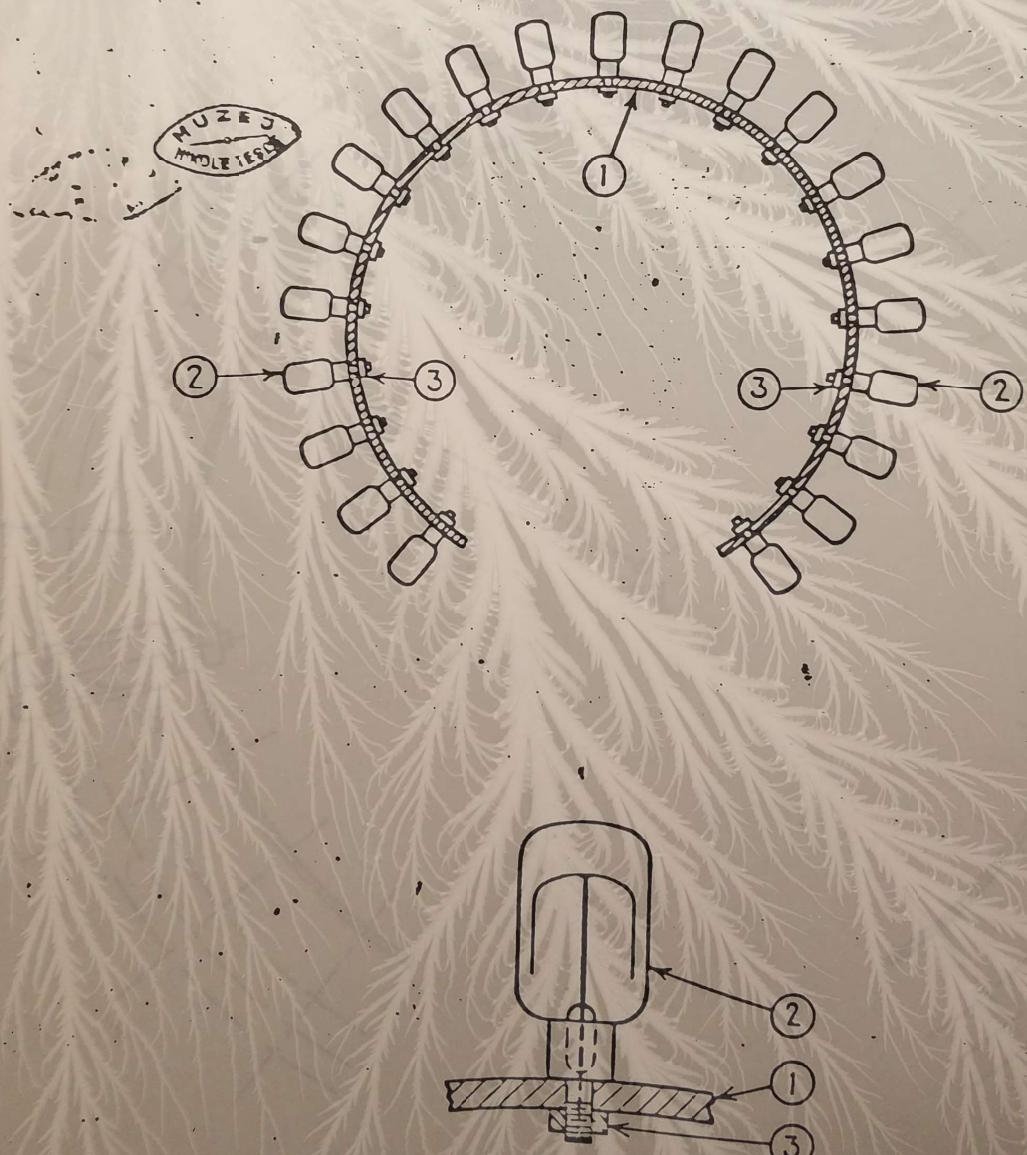


FIGURE 2  
SHOWING A MODIFIED FORM OF OPEN VACUUM TUBE

FIG. 3  
NEW TERMINAL FOR EXCEEDINGLY HIGH POTENTIALS  
CONSISTING OF SPHERICAL FRAME WITH ATTACHMENTS



Enlarged View of One  
of the Attachments

DIAGRAM INDICATING DISTRIBUTION OF CHARGES

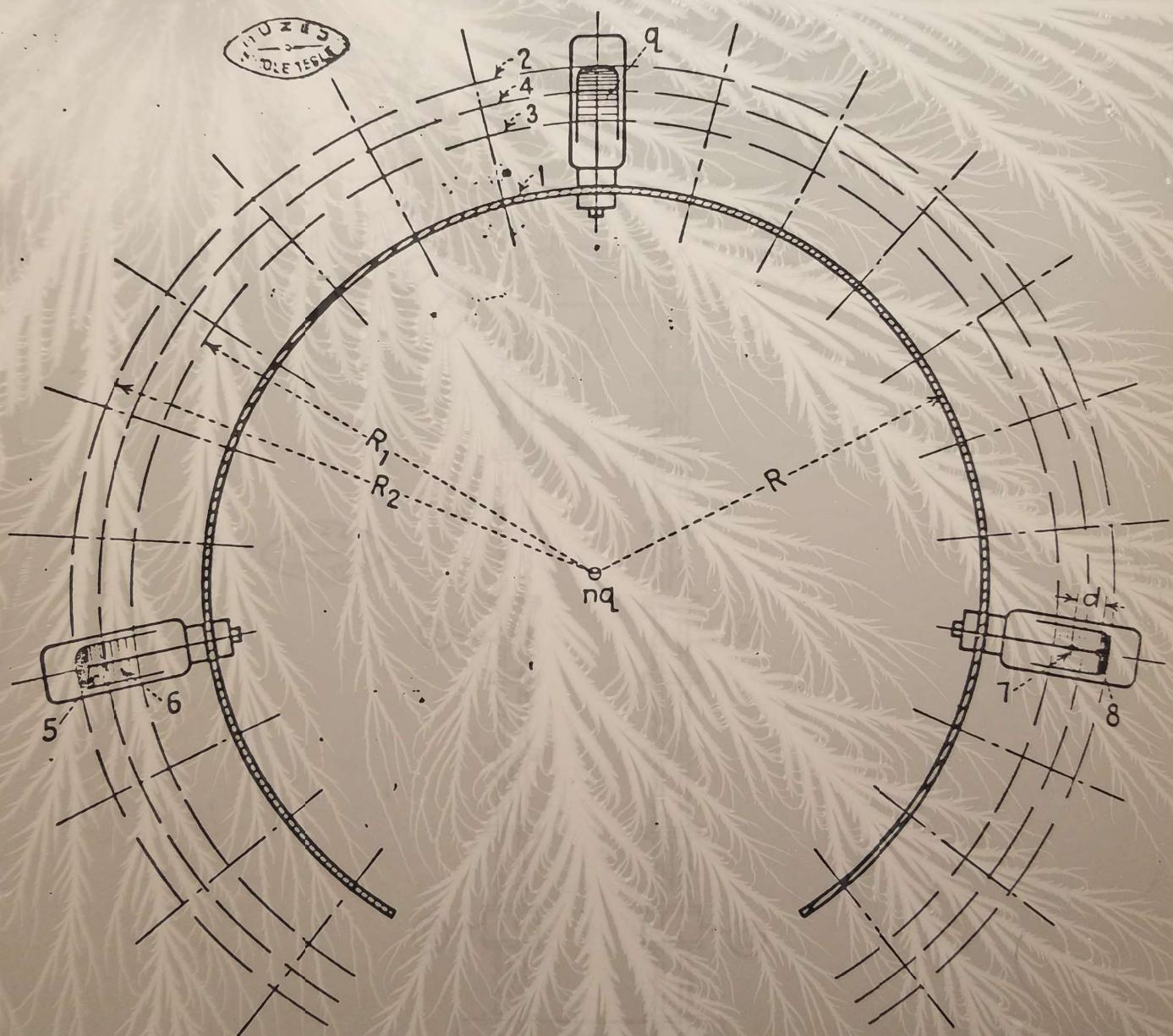


FIG. 4  
SCHEMATIC ILLUSTRATION OF NEW HIGH POTENTIAL GENERATOR

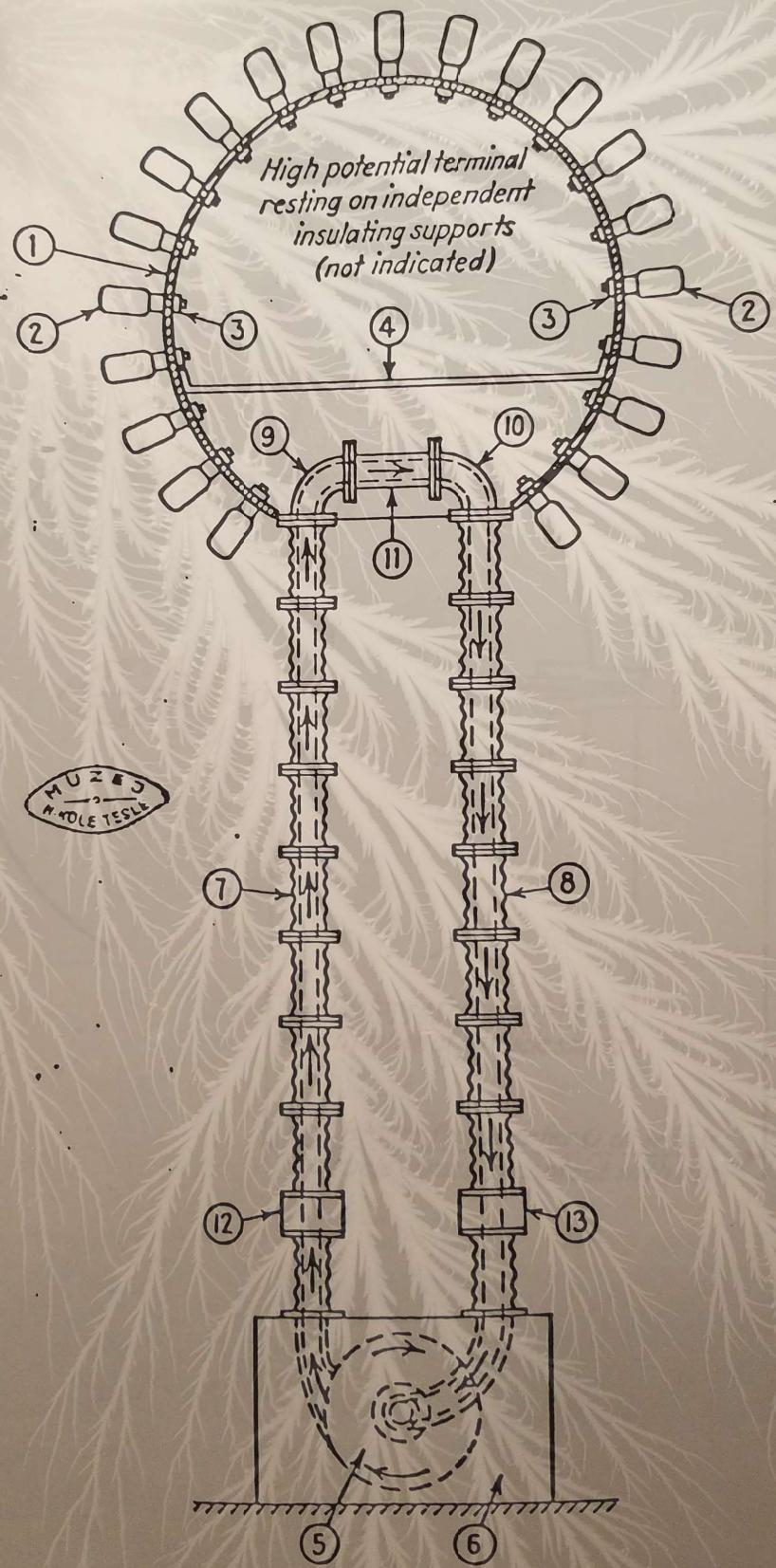


FIG. 5  
EXPLANATORY DIAGRAM

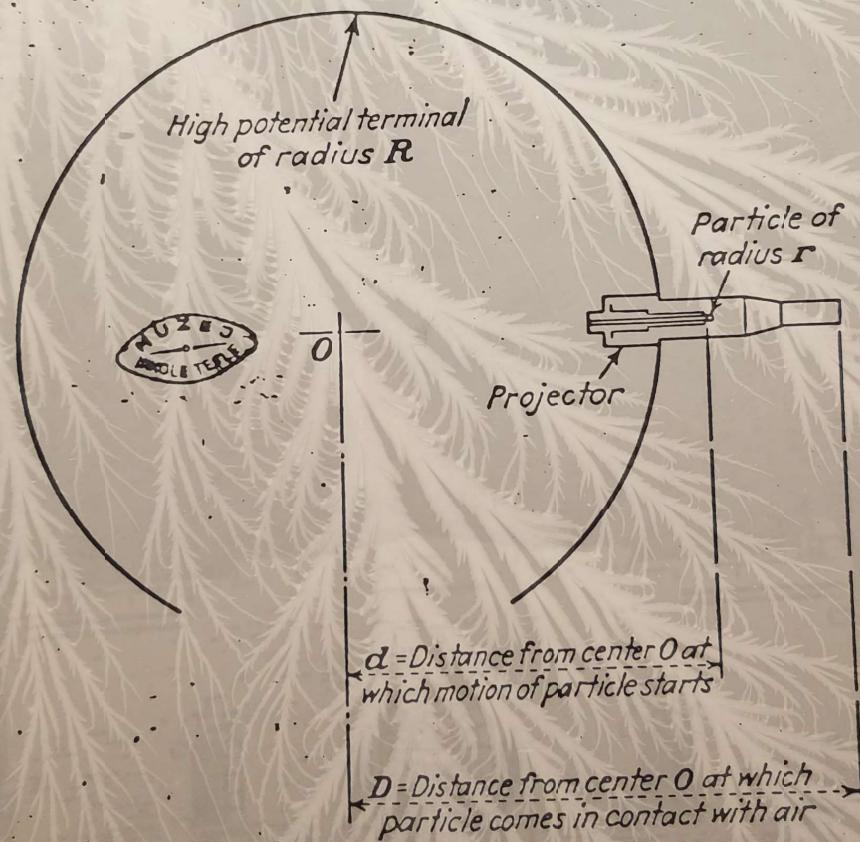
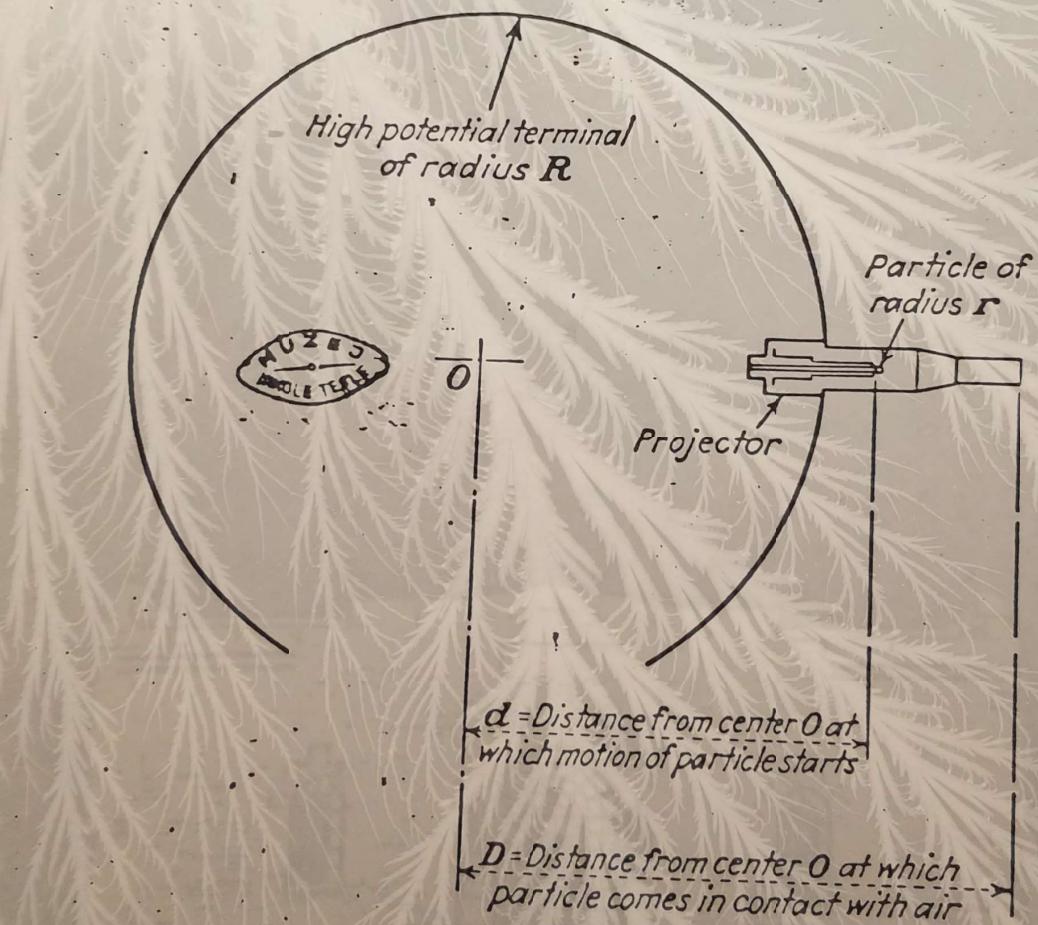
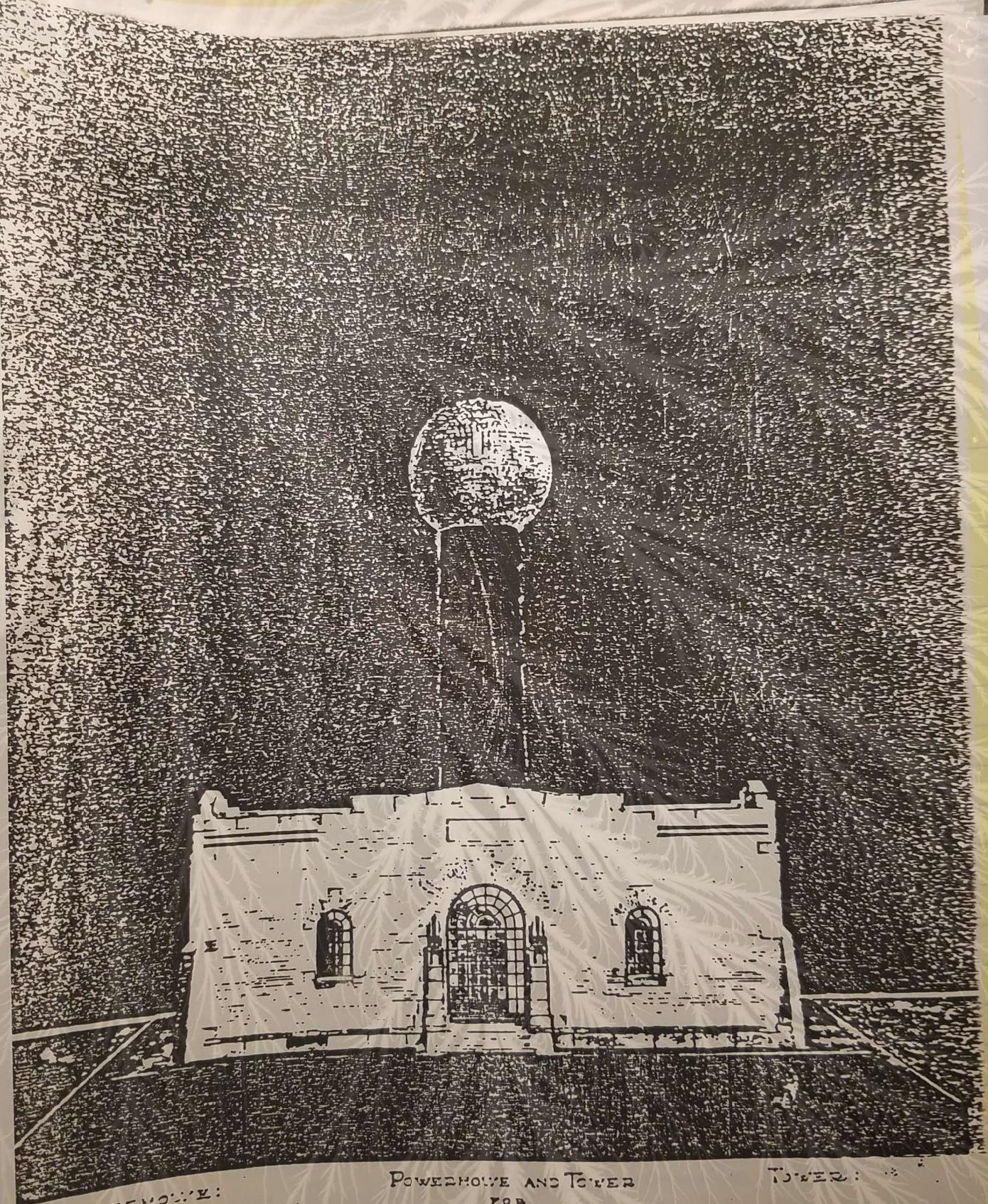


FIG. 5  
EXPLANATORY DIAGRAM





POWERHOUSE:

HEIGHT: ..... 59'-0"  
WIDTH: ..... 19'-6"

POWERHOUSE AND TOWER

FOR  
NIKOLA TESLA E.C.

ARCHITECT:

TOWER: 15'

SHAFT DIAMETER: 15'

TERMINAL DIAMETER: 15'

(4)

Is of as as unclassified levels of appropriations for directed-energy weapons (~~SDI~~ systems (DOE, SDI, DARPA, and DOD) are concerned, of which particle-beam weapons ~~are~~ form a significant part,

PRIOR.	MILLIONS
1979	200
1980	350
1981	400
1982	400
1983	500
1984	550
1985	600
1986	800
1987	1,350
1988	1,500
1989	1,500
1990	1,350
1991	1,000
1992	450
1993	400
	300
	13,650.00

\$13.6 billion have been ~~of~~ budgeted through fiscal year 1993. (SDI programs replaced DARPA programs in 1985.) Many accounts have been published on ~~the~~ on continuing ~~U.S.-Soviet~~ Department of Defense interest in particle-beam weapon systems.

1 House, House of Representatives Committee on Armed Services Hearings on National Defense Authorization Act for Fiscal Year 1993, Research and Development Subcommittee Hearings on Research, Development, Test, and Evaluation, p. 458.

### "Death Ray" for Planes

Nikola Tesla, one of the truly great inventors who celebrated his eighty-fourth birthday on July 10, tells the writer that he stands ready to divulge to the United States Government the secret of his "teleforce," with which, he said, airplane motors would be melted at a distance of 250 miles, so that an invisible Chinese Wall of Defense would be built around the country against any attempted attack by an enemy air force, no matter how large.

This "teleforce," he said, is based on an entirely new principle of physics that "no one has ever dreamed about," different from the principle embodied in his inventions relating to the transmission of electrical power from a distance, for which he has received a number of basic patents. This new type of force, Mr. Tesla said, would operate through a beam one one-hundred-millionth of a square centimeter in diameter, and could be generated from a special plant that would cost no more than \$2,000,000 and would take only about three months to construct.

A dozen such plants, located at strategic points along the coast, according to Mr. Tesla, would be enough to defend the country against all possible aerial attack. The beam would melt any engine, whether Diesel or gasoline-driven, and would also ignite the explosives aboard any bomber. No possible defense against it could be devised, he asserts, as the beam would be all-penetrating.

#### High Vacuum Eliminated

The beam, he states, involves four new inventions, two of which already have been tested. One of these is a method and apparatus for producing rays "and other manifestations of energy" in free air, eliminating the necessity for a high vacuum; a second is a method and process for producing "very great electrical force"; the third is a method for amplifying this force, and the fourth is a new method for producing "a tremendous electrical repelling force." This would be the projector, gun, of the system. The voltage for propelling the beam to its objective, according to the inventor, will attain a potential of 50,000,000 volts.

With this enormous voltage, he said, microscopic electrical particles of matter will be catapulted on their mission of defensive destruction. He has been working on this invention, he added, for many years and has recently made a number of improvements in it.

Mr. Tesla makes one important stipulation. Should the government decide to take up his offer he would go to work at once, but they would have to trust him. He would suffer "no interference from experts."

In ordinary times such a condition would very likely interpose an insuperable obstacle. But times being what they are, and with the nation getting ready to spend billions for national defense, at the same time taking in consideration the reputation of Mr. Tesla as an inventor who always was many years ahead of his time, the question arises whether it may not be advisable to take Mr. Tesla at his word and commission him to go ahead with the construction of his teleforce plant.

#### Such a Device "Invaluable"

After all, \$2,000,000 would be relatively a very small sum compared with what is at stake. If Mr. Tesla really fulfills his promise the result achieved would be truly staggering. Not only would it save billions now planned for air defense, by making the country absolutely impregnable against any air attack, but it would also save many more billions in property that would otherwise be surely destroyed no matter how strong the defenses are as witness current events in England.

Take, for example, the Panama Canal. No matter how strong the defenses, a suicide squadron of dive bombers, according to some experts, might succeed in getting through and cause such damage that would make the Canal unusable, in which case our Navy might find itself bottled up.

Considering the probabilities in the case even if the chances were 100,000 to 1 against Mr. Tesla the odds would still be largely in favor of taking a chance on spending \$2,000,000. In the opinion of the writer, who has known Mr. Tesla for many years and can testify that he still retains full intellectual vigor, the authorities in charge of building the national defense should at once look into the matter. The sum is insignificant compared with the magnitude of the stake.

# The New York Times Sunday, September 22, 1940

## "Death Ray" for Planes

Nikola Tesla, one of the truly great inventors who celebrated his eighty-fourth birthday on July 10, tells the writer that he stands ready to divulge to the United States Government the secret of his "teleforce." With which, he said, airplane motors would be melted at a distance of 250 miles, so that an invisible Chinese Wall of Defense would be built around the country against any attempted attack by an enemy air force, no matter how large.

This "teleforce," he said, is based on an entirely new principle of physics that "no one has ever dreamed about," different from the principle embodied in his inventions relating to the transmission of electrical power from a distance, for which he has received a number of basic patents. This new type of force, Mr. Tesla said, would operate through a beam one one-hundred-millionth of a square centimeter in diameter, and could be generated from a special plant that would cost no more than \$2,000,000 and would take only about three months to construct.

A dozen such plants, located at strategic points along the coast, according to Mr. Tesla, would be enough to defend the country against all possible aerial attack. The beam would melt any engine, whether Diesel or gasoline-driven, and would also ignite the explosives aboard any bomber. No possible defense against it could be devised, he asserts, as the beam would be all-penetrating.

### High Vacuum Eliminated

The beam, he states, involves four new inventions, two of which already have been tested. One of these is a method and apparatus for producing rays "and other manifestations of energy" in free air, eliminating the necessity for a high vacuum; a second is a method and process for producing "very great electrical force"; the third is a method for amplifying this force, and the fourth is a new method for producing "a tremendous electrical repelling force." This would be the projector, gun, of the system. The voltage for propelling the beam to its objective, according to the inventor, will attain a potential of 50,000,000 volts.

With this enormous voltage, he said, microscopic electrical particles of matter will be catapulted on their mission of defensive destruction. He has been working on this invention, he added, for many years and has recently made a number of improvements in it.

Mr. Tesla makes one important stipulation. Should the government decide to take up his offer he would go to work at once, but they would have to trust him. He would suffer "no interference from experts."

In ordinary times such a condition would very likely interpose an insuperable obstacle. But times being what they are, and with the nation getting ready to spend billions for national defense, at the same time taking in consideration the reputation of Mr. Tesla as an inventor who always was many years ahead of his time, the question arises whether it may not be advisable to take Mr. Tesla at his word and commission him to go ahead with the construction of his teleforce plant.

### Such a Device "Invaluable"

After all, \$2,000,000 would be relatively a very small sum compared with what is at stake. If Mr. Tesla really fulfills his promise the result achieved would be truly staggering. Not only would it save billions now planned for air defense, by making the country absolutely impregnable against any air attack, but it would also save many more billions in property that would otherwise be surely destroyed no matter how strong the defenses are as witness current events in England.

Take, for example, the Panama Canal. No matter how strong the defenses, a suicide squadron of dive bombers, according to some experts, might succeed in getting through and cause such damage that would make the Canal unusable, in which case our Navy might find itself bottled up.

Considering the probabilities in the case even if the chances were 100,000 to 1 against Mr. Tesla the odds would still be largely in favor of taking a chance on spending \$2,000,000. In the opinion of the writer, who has known Mr. Tesla for many years and can testify that he still retains full intellectual vigor, the authorities in charge of building the national defense should at once look into the matter. The sum is insignificant compared with the magnitude of the stake.

SUNDAY

9/22/40

NY TIMES

### "Death Ray" for Planes

Nikola Tesla, one of the truly great inventors who celebrated his eighty-fourth birthday on July 10, tells the writer that he stands ready to divulge to the United States Government the secret of his "teleforce," with which, he said, airplane motors would be melted at a distance of 250 miles, so that an invisible Chinese Wall of Defense would be built around the country against any attempted attack by an enemy air force, no matter how large.

This "teleforce," he said, is based on an entirely new principle of physics that "no one has ever dreamed about," different from the principle embodied in his inventions relating to the transmission of electrical power from a distance, for which he has received a number of basic patents. This new type of force, Mr. Tesla said, would operate through a beam one one-hundred-millionth of a square centimeter in diameter, and could be generated from a special plant that would cost no more than \$2,000,000 and would take only about three months to construct.

A dozen such plants, located at strategic points along the coast, according to Mr. Tesla, would be enough to defend the country against all possible aerial attack. The beam would melt any engine, whether Diesel or gasoline-driven, and would also ignite the explosives aboard any bomber. No possible defense against it could be devised, he asserts, as the beam would be all-penetrating.

#### High Vacuum Eliminated

The beam, he states, involves four new inventions, two of which already have been tested. One of these is a method and apparatus

for producing rays "and other manifestations of energy" in free air, eliminating the necessity for a high vacuum; a second is a method and process for producing "very great electrical force"; the third is a method for amplifying this force, and the fourth is a new method for producing "a tremendous electrical repelling force." This would be the projector, gun, of the system. The voltage for propelling the beam to its objective, according to the inventor, will attain a potential of 50,000,000 volts.

With this enormous voltage, he said, microscopic electrical particles of matter will be catapulted on their mission of defensive destruction. He has been working on this invention, he added, for many years and has recently made a number of improvements in it.

Mr. Tesla makes one important stipulation. Should the government decide to take up his offer he would go to work at once, but they would have to trust him. He would suffer "no interference from experts."

In ordinary times such a condition would very likely interpose an insuperable obstacle. But times being what they are, and with the nation getting ready to spend billions for national defense, at the same time taking in consideration the reputation of Mr. Tesla as an inventor who always was many years ahead of his time, the question arises whether it may not be advisable to take Mr. Tesla at his word and commission him to go ahead with the construction of his teleforce plant.

#### Such a Device "Invaluable"

After all, \$2,000,000 would be relatively a very small sum compared with what is at stake. If Mr. Tesla really fulfills his promise the result achieved would be truly staggering. Not only would it save billions now planned for air defense, by making the country absolutely impregnable against any air attack, but it would also save many more billions in property that would otherwise be surely destroyed no matter how strong the defenses are as witness current events in England.

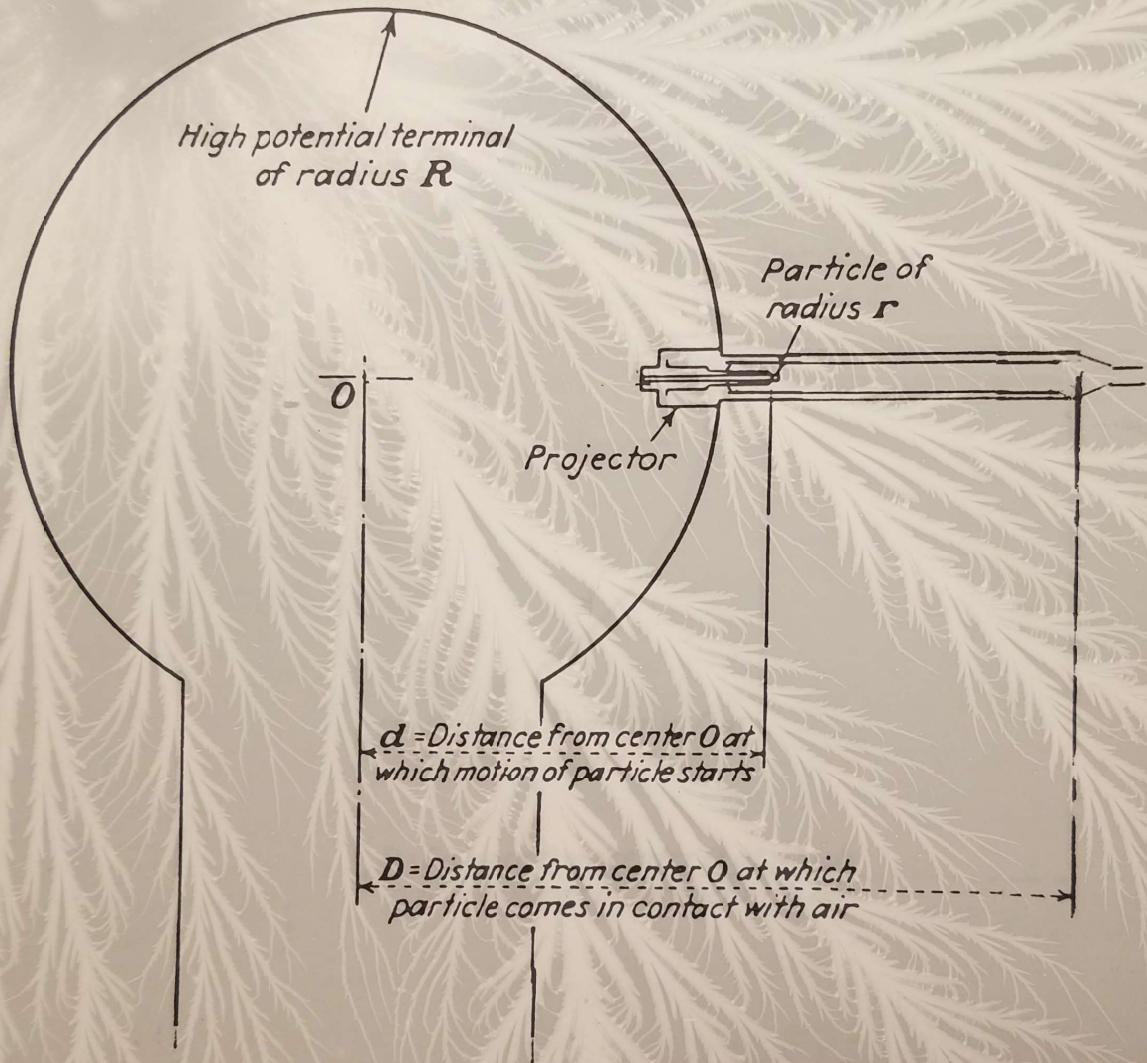
Take, for example, the Panama Canal. No matter how strong the defenses, a suicide squadron of dive bombers, according to some experts, might succeed in getting through and cause such damage that would make the Canal unusable, in which case our Navy might find itself bottled up.

Considering the probabilities in the case even if the chances were 100,000 to 1 against Mr. Tesla the odds would still be largely in favor of taking a chance on spending \$2,000,000. In the opinion of the writer, who has known Mr. Tesla for many years and can testify that he still retains full intellectual vigor, the authorities in charge of building the national defense should at once look into the matter. The sum is insignificant compared with the magnitude of the stake.

9/22/40

NY TIMES

777



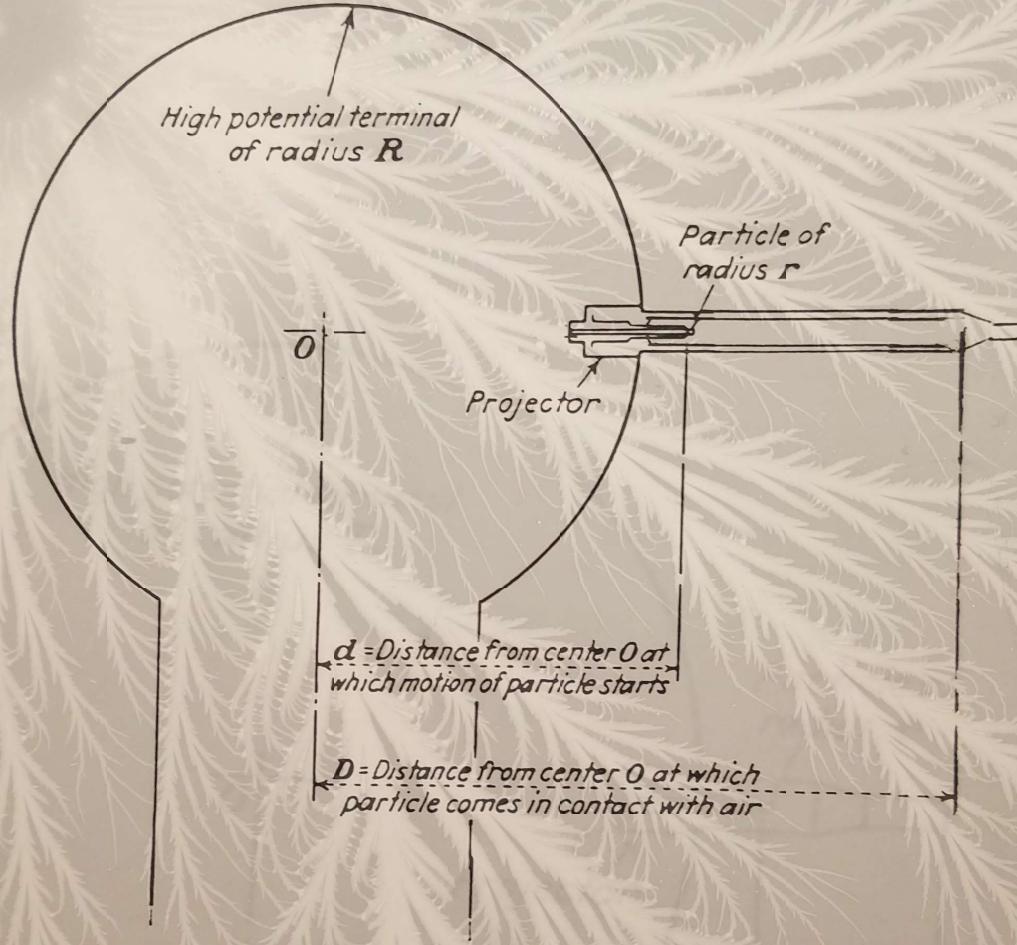
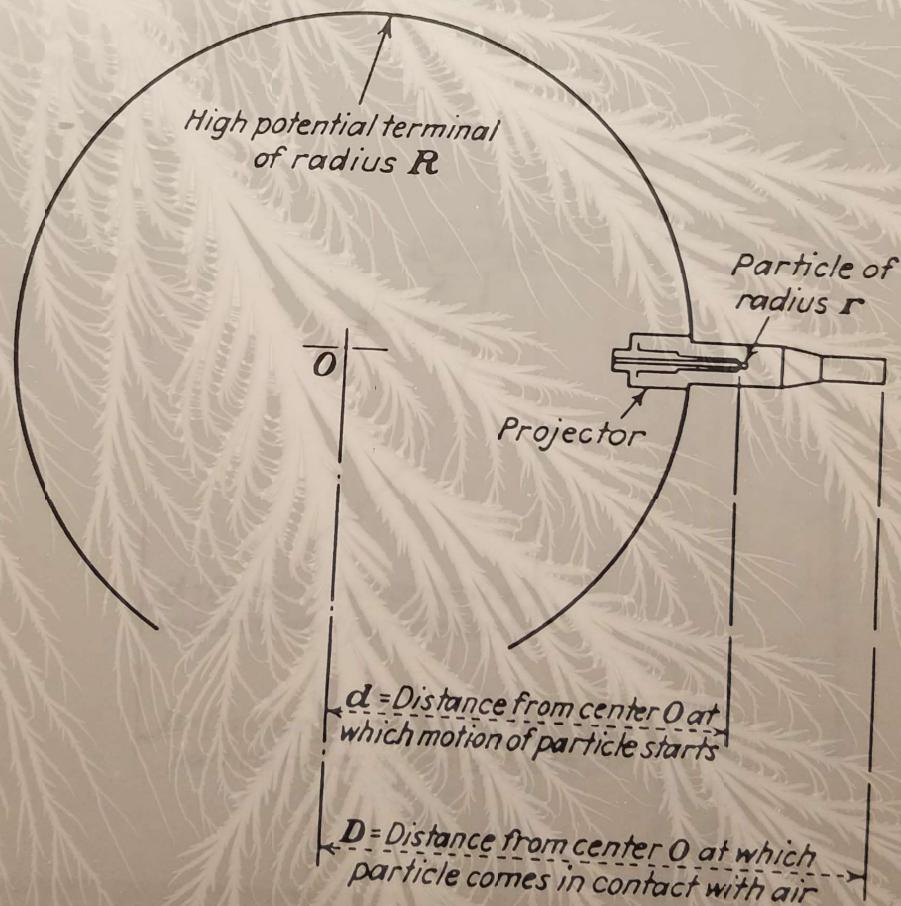
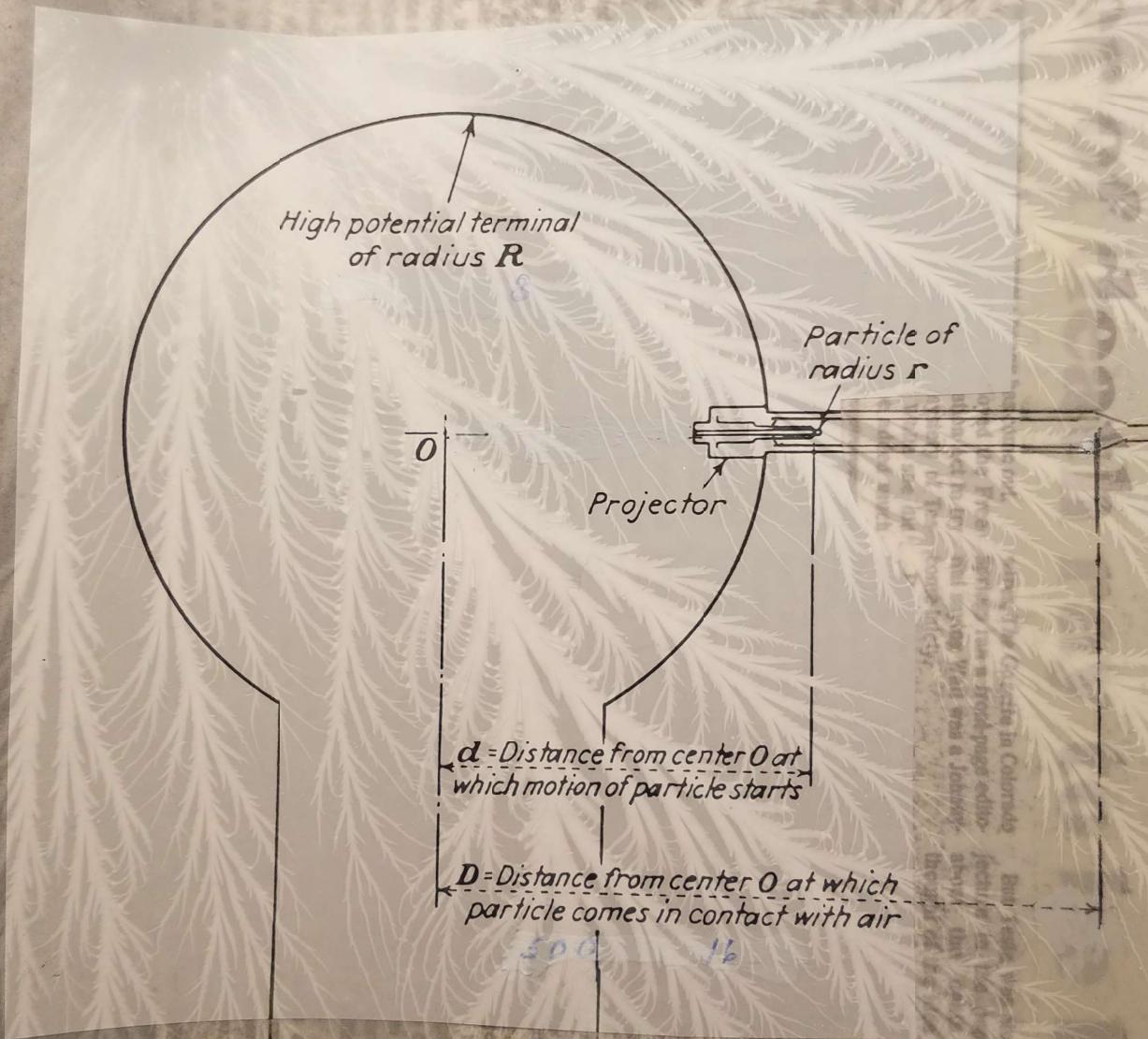


FIG. 5  
EXPLANATORY DIAGRAM



APR 25 1952  
U.S. GOVERNMENT PRINTING OFFICE: 1952 1000-1000

Aug 21 11, 1983





HOTEL NEW YORKER

THIRTY-EIGHTH STREET AT EIGHTH AVENUE, NEW YORK

May 27. 1938

Am General  
Konstantin Letich  
Washington D. C.  
Dear General,  
Dugo i mnogo poslovni posledice:

U pravdici i golu dve fotografije koje sam  
premašao danas u našem rezervoru, sed previso  
definicijom i raznjenju slike. To mi treba  
malo vremena da vas ovo ne traže investiru.

Od engleske prisutne došao je još čim, po  
svog priči radi operativne rade. Čini mi se  
da su savremi izgubili glave.

Užički mi je da vidim da ovaj  
da ste kas ovak memorijski izvor  
madrasta.

Ta izvor valikog poslovne i ekonomiste  
ostajući vam

Prekaze

HOTEL NEW YORKER

May 27, 1938

His Excellency  
Konstantin Fotitch  
Washington, D.C.

Your Excellency,

(translation from the Serbian)

Enclosed are the two photographs which I mentioned today in our conversation. We are coming to a definitive and more complete picture. I still need a little more time to inform you precisely about it all.

I have not heard yet from the English, presumably because of the threat of war. It seems to me that they've lost their heads completely.

I am pleased to see from the papers that as always you are tireless and a fount of wisdom.

Nikola Tesla

corum@apollo.hp.com, 4:14 PM 10/6/9..., Re: The check...

1

From: corum@apollo.hp.com  
Subject: Re: The check...  
To: leland@csn.org (Leland Anderson)  
Date: Thu, 6 Oct 94 16:14:08 EDT  
Mailer: Elm [revision: 70.85]

Hello Lee;

I have not been in the office lately. Hence not reading my mail. Here is the info on the check. It was written on a bank called, Mercantile Deposit Company, signed by A.A. Uartenian, Chief of Amtorg Trading Corporation, 261 Fifth Ave. NY, NY. Tesla also had coorespondence with a USSR Commander N. Tonctovohi regarding wireless power. The coorespondence was through this Amtorg Co.

Jim does not have email or fax. He only has US mail or phone. He has been away working on several consulting jobs.

I have been working with some high school kids and vacuum tube coils. We have been able to get 64 inches from a pair of 204TH tubes being pulsed with 2kw. However the tubes didn't last long!

Regards  
Ken Corum

ROYAL YUGOSLAV LEGATION  
WASHINGTON, D.C.

Coded telegram

14 March 1941

Minister of foreign affairs

Belgrade

Personal letter for Minister (Cincar-Markovic).

In regard to your Strictly Confidential Telegram No. 578.

I paid Tesla two thousand dollars on the basis of your Confidential Telegram No. 1681.

I visited him along with the engineer Nikolajevic and requested that he announce to us without delay the plans for his invention which is to completely ensure our national defense. Tesla has been talking to me for four years now about his invention, and I have the impression that he has not progressed much in that time. At my insistence, he told me that within ten days he will be able to begin production of the instructions and definitive plans, which will take him about a month.

My impression as well as that of engineer Nikolajevic is that Tesla has physically and spiritually weakened greatly and that not much should be expected of him.

I will in any case be in touch with him and will report to you by wire.

Strictly Confidential No. 33

Fotich

Coded by:  
Clerk Sarich

Box 7  
File 27

ROYAL YUGOSLAV LEGATION  
WASHINGTON, D. C.

14 marta 1941 u 18

Šifrovani telegram

Ministarstvu inostranih poslova

Beograd

Lično za Ministra.

U vezi Vašeg telegrama Str.Pov.br.578.

Ispлатио сам Тесли две hiljade dolara na  
osnovу Vašeg telegramа Pov.R.br.1681.

Bio sam kod njega sa inžinjerom Nikolajevićem  
i molio ga da nam bez odlaganja saopšti planove svog  
pronalaška koji treba potpuno da osiguraju našu narodnu  
odbranu. O tome pronalašku Tesla mi govori već četiri  
godine i imam utisak da u tome nije mnogo napredovao  
za ovo vreme. Na moje insistiranje rekao mi da će tek  
kroz desetak dana moći pristupiti izradi upustava i  
definitivnih planova što će mu uzeti oko mesec dana.

Moja je impresija kao i inžinjera Nikolajevića  
da je Tesla fizički i duhovno veoma oslabio i da od  
njega ne treba mnogo očekivati.

Ja ću ipak biti u vezi sa njime i izveštici  
Vas telegramom.

Str.Pov.br.33

Fotić

Sifrovalo:  
Pisar Sarić

MR-10-1554 19:36 FROM RESP-CTR-CHELMSFORD

TU

9-3839227846

P.01

1. In 1935 Tesla contacted the Allied Powers and contracted to sell plans for a weapon.
2. All primary evidence relating to the US, France and England has been removed. However reference to these contracts are made.
3. The contract with the USSR still exists and is very short, two pages. It calls for delivery of plans and specification to a New York based company (soviet front). The plans were drawn up by deBabula (we have seen). The full plans were in great detail.
4. Tesla received \$25,000 after the successful test in the USSR in 1939. According to the contract this means it was built and put into operation at the beginning of WWII.
5. According to the communist People I spoke to, the Tesla facility is still in operation today! Also there is one in England and in the US!
6. The Soviets have been working very heavily in the area of wireless power distribution since the 50's. The climax of their tesla work resulted in the woodpecker! This was called a successful test of wireless power and standing waves for Tesla's weather modification!
7. This information was gotten without the permission of the museum and is soon to be published by the soviets. Its premature release may put individuals in the museum in jeopardy.

TOTAL P.01

Folder 27

STANDARD TIME INDICATED  
RECEIVE

(45)

۲۹



Mackay Radio  
Commercial Talking

TELEPHONE YOUR TELEGRAMS  
TO POSTAL TELEGRAPH  
Form 10L

# Postal Telegraph

All America Cables  
Canadian Pacific Telegraph

HIS EXCELLENCY KONSTANTINOS  
EXTRAHO NEW YORK NY 22 11 OA 1962 MAY 22 PM 12 21

ROYAL YUGOSLAVIA

LEGATION WASHINGTON DC (DU) =

MOLIM IZVOLITE DOSTAVITI POSTAL MONEY ORDER JEDINICE 100.  
DOLARA TO JE OD NEIZRECIVE VAZNOSTI ZA SJEĐINJENE DRZAVE  
JUGOSLAVIJI RUSIJI ENGLEZKI I DRUGE ZEMLJE POD JARMON  
NECOVEKA. MOJA OTKRICA CE GA UNISTIT KAO GROM IZ NEBA JOS  
OVE GODINE. OCEKUJEM OD VASEG POZNATOG PRVENSTVA DA CETE  
UCINITI SVE MOGUCE ZA TU SVRHU. IZRAZOM NAJVECEG POSTOVANJA  
I ZAHVALNOSTI OSTAJEM UVEK VAS=

DR NIKOLA TESLA SOBA 3327 HOTEL NEWYORKER TELEPHONE  
MEDALLION 3-1000

100 3327 3-1000

卷之三

Proposal - 1736-19421183, 1974, 174

— 7 APRIL — THE TEST PAPERS B

MSS 18

WESTERN UNION OCTOBER 29, 1941 4:48 P

KONSTANTIN FOTICH WASH DC

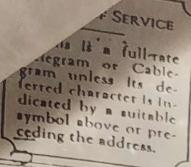
THOUGH IT DOESN'T SEEM SO WE ARE ALWAYS IN TOUCH WITH BELGRADE. I RECEIVE MANY LETTERS ASKING FOR FINANCIAL HELP. BUT THAT IS ONLY RELATIVELY SMALL NUMBER. GREAT MAJORITY ASK THAT I USE MY DISCOVERIES, INVENTIONS, GENIUS AND WHAT NOT, FOR DESTRUCTION OF OUR SAVAGE ENEMIES. I WILL SPEND MORE THAN THE THREE HUNDRED DOLLARS YCU GAVE ME FOR POLA BECAUSE I AM PREPARING A BOOK WHICH WILL BE UNIQUE IN WORLD LITERATURE AND WILL SELL WITHOUT LIMIT SO TO SPEAK. IF A MILLION ARE PUBLISHED THEN POLA WILL RECEIVE FIVE HUNDRED THOUSAND DOLLARS. IT'S WONDERFUL THAT AFTER HORRIBLE SUFFERING BELGRADE SENDS US A GREAT MULTITUDE OF VARIED AND IMPORTANT INFORMATION ONLY ONE PRICE IN ZAGREB. FORGIVE ME BUT YOU STILL HAVEN'T SENT ME SIX HUNDRED DOLLARS FOR SEPTEMBER URGENTLY NEEDED. THIS SUM SHOULD BE IMMEDIATELY PAID TO ME BY THE LEGATION. NATURALLY I EXPECT WESTERN UNION MONEY ORDER FOR THREE HUNDRED. I AGREED WITH TIFFANY COMPANY THAT THE GOLD WATCH FOR POLA WILL COST FIFTY DOLLARS FOURTEEN KARATS AS USUAL AND A TWO LETTER MONOGRAM. GOT MY GIFT TO YOU FOR THE MONEY AND NOW I'M THINKING HOW TO DEDICATE IT. WITH GREATEST RESPECT AND GRATITUD, YOURS,

NIKOLA TESLA

Proposed - 1736 - 1942-183, 1974, 178

D-187  
October 27

# WESTERN UNION



R. B. WHITE  
PRESIDENT

NEWCOMB, CARLTON  
CHAIRMAN OF THE BOARD

J. C. WILLEVER  
FIRST VICE-PRESIDENT

(40)

SYMBOLS	
DL	Day Letter
NT	Overnight Telegram
TC	Deferred Cable
TL	Cable Night Letter
RP	Radioogram

The filing time shown in the date line on telegrams and day letters is STANDARD TIME at point of origin. Time of receipt is STANDARD TIME at point of destination.

NC268 177-NH NEWYORK NY 29 448P

NJEGOVA EKSELENCIJA= 1520 16 ST NORTHWEST  
KONSTANTIN FOTICH WASHDC=

1941 OCT 20 PM 8 42

DA  
DA

PREMDA SE NECINI MI SMO UVEK U DOTICAJU SA BEOGRADOM.  
DOBIVAM MNOGO PISAMA ISTECI NOVCANU POMOC. NU TO JE  
RELATIVNO MALEN PROJ. VELIKA VECINA ZAHTEVA DA UPOTREBIM  
MOJE PRONALAZKE, OTRICA, GENIJ I STO NE, ZA UNISTENJE NASIH  
DIVLJIH NEPRIJATELJA. JA CU POTROSITI VISE NEGO ONIH TRI  
STOTINE DOLARI STO STE MI DALI ZA POLU JER PRAVIM KNJIGU  
KOJA CE BITI JEDINSTVENA U SVETSKOJ LITERATURI I PRODAVATI  
SE TAKO RECI BEZ GRANICE. AKO SE IZDA MILIJUN POLA CE  
PRIMITI PET STOTINA HILJADA DOLARA. DIVNO JE DA POSLJE  
GROZNOG STRADANJA BEOGRAD NAM SALJE OGROMNU MNOZINU  
SVAKOVRSTNIH I VAZNIH PODATAKA SAMO JEDNA CENA U ZAGREBU.  
OPROSTITE VI MI JOS NISTE PRISTAVILI SEST STOTINA DOLARA ZA  
SEPTEMBER NEOBODNO NUZDNI. TREBA DA MI SE TA SVOTA ODMAH  
PLATI OD STRANE POSLANSTVA. DAKAKO OCEKUJEM WESTERNUNION  
MONEYORDER ZA TRI STOTINE. SLOZIO SAM SE SA TIFFANY COMPANY  
DA CE ZLATAN SAT ZA POLU KOSTATI PEDESET DOLARA CETRNAESI  
KARAT KAO OBICNO I MONOGRAMOM OD DVA SLOVA. DOBIJO SAM MOJ  
DAR VAMA ZA NOVCE I SAD PREMISLJAM KAKO DAGA POSVETIM. SA  
IZRAJOM NAJVECEG POSTOVANJA I ZAHVALNOSTI VAS=

NIKOLA TESLA.

Xm  
HO 3492

634 PTY ANS ADV NOT FOR GREEK LEGATION SUB TRY JUGOSLAV LEGATION RI ADV HO 3492	To DLR TIFFANY
---	-------------------

634 PTY ANS ADV  
THE COMPANY WILL APPRECIATE SUGGESTIONS FROM ITS PATRONS CONCERNING ITS SERVICE

1941 OCT 20 PM 8 42

Anderson  
MS 46

D. re - The Tesla Particule Beam Proposal - 1736-1942-1983, 1974-1976  
Part 7

corum@apollo.hp.com, 4:14 PM 10/6/9..., Re: The check... 1

From: corum@apollo.hp.com  
Subject: Re: The check...  
To: leland@csn.org (Leland Anderson)  
Date: Thu, 6 Oct 94 16:14:08 EDT"  
Mailer: Elm [revision: 70.85]

Hello Lee;

I have not been in the office lately. Hence not reading my mail. Here is the info on the check. It was written on a bank called, Mercantile Deposit Company, signed by A.A. Uartenian, Chief of Amtorg Trading Corporation, 261 Fifth Ave. NY, NY. Tesla also had coorespondence with a USSR Commander N. Tonctovohi regarding wireless power. The coorespondence was through this Amtorg Co.

Jim does not have email or fax. He only has US mail or phone. He has been away working on several consulting jobs.

I have been working with some high school kids and vacuum tube coils. We have been able to get 64 inches from a pair of 204TH tubes being pulsed with 2kw. However the tubes didn't last long!

Regards  
Ken Corum

Printed for Leland Anderson <leland@csn.org> 1

COPY OF LETTER BY DR. TESLA TO THE BRITISH  
WAR OFFICE

New York, N. Y.  
August 29, 1936

His Majesty's Principal Secretary of State  
For War  
War Office  
London, S.W.L.

Sir:

The following proposal to His Majesty's Government, set forth in detail below, is respectfully submitted under the seal of secrecy.

EXPLANATORY REMARKS

1: In the course of scientific and experimental investigation, carried on for many years, I have made important discoveries and inventions enabling me to project particles of matter to great distances with high velocities which may even approximate that of light, thereby producing destructive and other effects of virtually any desired intensity. However, unbelievable, it is a fact that in this manner, not only a city and the thickly settled districts in its vicinity but all the clearly visible surrounding country, can be rendered entirely immune from damage to life and property by an attack of aeroplane no matter what their number, speed and altitude of flight. As to dirigibles of the zeppelin or other types, they could not approach the protected region without their crews being killed, the engines stopped and the bombs exploded. Protection may also be afforded in foggy weather and in the darkness of night.

2: The energy generated and emitted by my methods and apparatus is not subject to dispersion, as that of ordinary rays, but travels on and on in a state of unchanging concentration such that power amounting to thousands of kilowatts may be transmitted through a channel of less than one hundred thousandths of a centimeter in cross section and, from the same machine, not only through the

The Tesla Particle Beam Proposal - 1936 - 1942-1831675-1744

earth's atmosphere but also with equal facility through interplanetary space to unlimited distance.

3: This new art of transmitting and applying nondispersive energy seems to me destined to create a revolution in many fields and may, perhaps, be viewed by posterity as my best achievement. It is certain that the principle will be of profound influence on the future development of implements of war. Just to illustrate its immense possibilities in this special department of science and engineering, consider a shell of having a weight of 400,000 grams and a nozzle velocity of 400,000 centimeters per second and imagine that the same weight were represented in minute particles which my machine can readily project with a speed two hundred thousand times greater. In this case their aggregate kinetic energy would be twenty billion times that of the shell. Evidently, then to equal the energy of the same, a quantity of particles weighing only one hundred thousandths of a gram would be required.

4: The particles might be effective at thousands of kilometers but, of course, the useful trajectory is limited and will be almost perfectly rectilinear, the gravitational fall during the quasi-infinitesimal time of transit being negligible.

5: Regarding the magnitude of the objective actions, it may be stated that, whatever the size of the particle, the collective effect of a vast number of them may be very great and extremely destructive both by the mechanical force of the blow and the heat generated. As the \_\_\_\_\_ of impact and, consequently, the heated masses are very small, enormous instantaneous pressures and temperatures should be attained with the result of piercing not only thin aeroplane sheathing but also thick armour.

6: Obviously, in repelling attacks by armies, actions of comparatively insignificant intensity would be quite sufficient. Ten thousand men could be temporarily or permanently stopped at distances exceeding many times the range of an ordinary rifle with an expenditure of kinetic energy not greater than that imparted to one shell.

earth's atmosphere but also with equal facility through interplanetary space to unlimited distance.

3: This new art of transmitting and applying nondispersing energy seems to me destined to create a revolution in many fields and may, perhaps, be viewed by posterity as my best achievement. It is certain that the principle will be of profound influence on the future development of implements of war. Just to illustrate its immense possibilities in this special department of science and engineering, consider a shell of having a weight of 400,000 grams and a nozzle velocity of 400,000 centimeters per second and imagine that the same weight were represented in minute particles which my machine can readily project with a speed two hundred thousand times greater. In this case their aggregate kinetic energy would be twenty billion times that of the shell. Evidently, then to equal the energy of the same, a quantity of particles weighing only one hundred thousandths of a gram would be required.

4: The particles might be effective at thousands of kilometers but, of course, the useful trajectory is limited and will be almost perfectly rectilinear, the gravitational fall during the quasi-infinitesimal time of transit being negligible.

5: Regarding the magnitude of the objective actions, it may be stated that, whatever the size of the particle, the collective effect of a vast number of them may be very great and extremely destructive both by the mechanical force of the blow and the heat generated. As the \_\_\_\_\_ of impact and, consequently, the heated masses are very small, enormous instantaneous pressures and temperatures should be attained with the result of piercing not only thin aeroplane sheathing but also thick armour.

6: Obviously, in repelling attacks by armies, actions of comparatively insignificant intensity would be quite sufficient. Ten thousand men could be temporarily or permanently stopped at distances exceeding many times the range of an ordinary rifle with an expenditure of kinetic energy not greater than that imparted to one shell.

TEST PARTICLE BEAM REPORT - 1930 - 1943-1244-1974-174

7: A very valuable and unique feature of my machine is its capability of delivering, in intervals, energy at rates many times the normal without the slightest risk to any of its parts.

8: Most of the results contemplated are possible only by the use of electrical pressures much greater than any heretofore employed. This subject has required my concentrated attention for nearly forty years and 1900 I had already mastered the art sufficiently to operate a large wireless transmitter at twenty million volts although not without difficulties and danger. It enabled me, among other things, to flash a current around the globe, demonstrate terrestrial resonance and produce a potential "death ray". Numerous improvements in methods and apparatus which I have invented to date make it easy to guarantee and control safely electric potentials from fifty to one hundred million volts by which I expect to realize practical wireless transmission of power. Noting with satisfaction and pride the extensive use of my alternating system in His Majesty's domain I hope to achieve a similar success in this new field.

9: In the hands of scientific investigation my machine is likely to yield results of inestimable value. From certain observations I have made in experimenting with twenty million volts it seems reasonable to expect that it will also be capable of dispelling fog, especially as the size of the particles, their speed and their electrical charge can be instantaneously varied and adjusted for best effect.

10: In order to obtain electrical and mechanical actions of the magnitude here considered it is indispensable to employ over a dozen of my discoveries and inventions, some of which are fundamental.

11: In the present state of development, a plant of one thousand kilowatts capacity, comprising a small power house and a tower twenty-five meters high, would be sufficient for the safety of London and the surrounding districts. To protect Great Britain a few of such plants would have to be used. I have devoted much time

to reduce the dimensions and capacity of such an installation and am satisfied that battleships may be equipped with compact units which will destroy attacking planes and may also prove effective in the dispersion of fog.

PROPOSAL TO HIS MAJESTY'S GOVERNMENT

This proposal is made with the sincere hope of rendering a great service to the world, and the object of advancing my work in the interest of science and humanity. I have an unbounded admiration for the people of Great Britain and believe that these inventions and discoveries of mine could not be more beneficially employed than by protecting His Majesty's domain from a possible calamity which would be of disastrous consequence to all human progress.

As for myself, I need absolutely a large and fully equipped research laboratory and the "Tesla Institute" recently formed in Yugoslavia, as well as an Academy of Science, founded in Paris in my honor, will require continued support. Besides, I have many imperative obligations, and all this requires a large sum of money, especially in view of the restrictions placed on individual possession. If, as I am sure, I can render this great service to Great Britain, I feel that I should be aided in the attainment of my unselfish aims.

1. As the first step towards the realization of the objects contemplated, I propose to submit to His Majesty's Naval and Military experts, within three months from date of acceptance, complete drawings and specifications of an operative plant as referred to above, with all the details and accessory devices. This is not ordinary routine work but a special and very difficult task, to which I must devote my full attention, excluding other business. To cover all outlays and allow for reasonable personnel expenses, a sum of fifteen thousand pounds would have to be provided and I expect that, at least half of it would be paid in advance, and the remainder on delivery of the plans.

2. My specifications are always drawn with the greatest care and in all cases that presented themselves in my long career, they have been approved and adopted in their entirety. I anticipate, therefore, with confidence, that His Majesty's

-5-

experts will take the same favorable action and if so, my compensation should then be fixed and would consist:

- (a) In the immediate payment of the sum of five hundred thousand pounds.
- (b) A guarantee by His Majesty's government that when the plant is built and tested and found to operate as I specify so that, it can protect London and surrounding districts, of which I feel perfectly confident, another payment will be made to me of ten million pounds immediately upon satisfactory demonstration.
- (c) His Majesty's government will further guarantee me an annual royalty of one pound per kilowatt of the rated capacity of this as well as other plants which may be built to my specifications.
- (d) Coincident with the approval of my plans, I would offer my services for one year, during which time I would furnish additional drawings and specifications and other desired information and assistance, for which I receive ten thousand pounds.

Believe me, Sir,

Your obedient servant

COPY OF LETTER BY DR. TESLA TO THE BRITISH  
WAR OFFICE

New York, N. Y.  
August 29, 1936

His Majesty's Principal Secretary of State  
For War  
War Office  
London, S.W.1.

Sir:

The following proposal to His Majesty's Government, set forth in detail below, is respectfully submitted under the seal of secrecy.

EXPLANATORY REMARKS

1: In the course of scientific and experimental investigation, carried on for many years, I have made important discoveries and inventions enabling me to project particles of matter to great distances with high velocities which may even approximate that of light, thereby producing destructive and other effects of virtually any desired intensity. However unbelievable it is, a fact that in this manner, not only a city and the thickly settled districts in its vicinity but all the clearly visible surrounding country, can be rendered entirely immune from damage to life and property by an attack of aeroplane no matter what their number, speed and altitude of flight. As to dirigibles of the zeppelin or other types, they could not approach the protected region without their crews being killed, the engines stopped and the bombs exploded. Protection may also be afforded in foggy weather and in the darkness of night.

2: The energy generated and emitted by my methods and apparatus is not subject to dispersion, as that of ordinary rays, but travels on and on in a state of unchanging concentration such that power amounting to thousands of kilowatts may be transmitted through a channel of less than one hundred thousandths of a centimeter in cross section and, from the same machine, not only through the

t

2  
1712900

COPY OF LETTER BY DR. TESLA TO THE BRITISH  
WAR OFFICE

New York, N. Y.  
August 29, 1936

His Majesty's Principal Secretary of State  
For War  
War Office  
London, S.W.L.

Sir:

The following proposal to His Majesty's Government, set forth in detail below, is respectfully submitted under the seal of secrecy.

EXPLANATORY REMARKS

1: In the course of scientific and experimental investigation, carried on for many years, I have made important discoveries and inventions enabling me to project particles of matter to great distances with high velocities which may even approximate that of light, thereby producing destructive and other effects of virtually any desired intensity. However, unbelievable it is, a fact that in this manner, not only a city and the thickly settled districts in its vicinity but all the clearly visible surrounding country, can be rendered entirely immune from damage to life and property by an attack of aeroplane no matter what their number, speed and altitude of flight. As to dirigibles of the zeppelin or other types, they could not approach the protected region without their crews being killed, the engines stopped and the bombs exploded. Protection may also be afforded in foggy weather and in the darkness of night.

2: The energy generated and emitted by my methods and apparatus is not subject to dispersion, as that of ordinary rays, but travels on and on in a state of unchanging concentration such that power amounting to thousands of kilowatts may be transmitted through a channel of less than one hundred thousandths of a centimeter in cross section and, from the same machine, not only through the

2  
L7  
1936  
Land

earth's atmosphere but also with equal facility through interplanetary space to unlimited distance.

3: This new art of transmitting and applying nondispersive energy seems to me destined to create a revolution in many fields and may, perhaps, be viewed by posterity as my best achievement. It is certain that the principle will be of profound influence on the future development of implements of war. Just to illustrate its immense possibilities in this special department of science and engineering, consider a shell of having a weight of 400,000 grams and a nozzle velocity of 400,000 centimeters per second and imagine that the same weight were represented in minute particles which my machine can readily project with a speed two hundred thousand times greater. In this case their aggregate kinetic energy would be twenty billion times that of the shell. Evidently, then to equal the energy of the same, a quantity of particles weighing only one hundred thousandths of a gram would be required.

4: The particles might be effective at thousands of kilometers but, of course, the useful trajectory is limited and will be almost perfectly rectilinear, the gravitational fall during the quasi-infinitesimal time of transit being negligible.

5: Regarding the magnitude of the objective actions, it may be stated that, whatever the size of the particle, the collective effect of a vast number of them may be very great and extremely destructive both by the mechanical force of the blow and the heat generated. As the \_\_\_\_\_ of impact and, consequently, the heated masses are very small, enormous instantaneous pressures and temperatures should be attained with the result of piercing not only thin aeroplane sheathing but also thick armour.

6: Obviously, in repelling attacks by armies, actions of comparatively insignificant intensity would be quite sufficient. Ten thousand men could be temporarily or permanently stopped at distances exceeding many times the range of an ordinary rifle with an expenditure of kinetic energy not greater than that imparted to one shell.

7: A very valuable and unique feature of my machine is its capability of delivering, in intervals, energy at rates many times the normal without the slightest risk to any of its parts.

8: Most of the results contemplated are possible only by the use of electrical pressures much greater than any heretofore employed. This subject has required my concentrated attention for nearly forty years and 1900 I had already mastered the art sufficiently to operate a large wireless transmitter at twenty million volts although not without difficulties and danger. It enabled me, among other things, to flash a current around the globe, demonstrate terrestrial resonance and produce a potential "death ray". Numerous improvements in methods and apparatus which I have invented to date make it easy to guarantee and control safely electric potentials from fifty to one hundred million volts by which I expect to realize practical wireless transmission of power. Noting with satisfaction and pride the extensive use of my alternating system in His Majesty's domain I hope to achieve a similar success in this new field.

9: In the hands of scientific investigation my machine is likely to yield results of inestimable value. From certain observations I have made in experimenting with twenty million volts it seems reasonable to expect that it will also be capable of dispelling fog, especially as the size of the particles, their speed and their electrical charge can be instantaneously varied and adjusted for best effect.

10: In order to obtain electrical and mechanical actions of the magnitude here considered it is indispensable to employ over a dozen of my discoveries and inventions, some of which are fundamental.

11: In the present state of development, a plant of one thousand kilowatts capacity, comprising a small power house and a tower twenty-five meters high, would be sufficient for the safety of London and the surrounding districts. To protect Great Britain a few of such plants would have to be used. I have devoted much time

to reduce the dimensions and capacity of such an installation and am satisfied that battleships may be equipped with compact units which will destroy attacking planes and may also prove effective in the dispersion of fog.

PROPOSAL TO HIS MAJESTY'S GOVERNMENT

This proposal is made with the sincere hope of rendering a great service to the world, and the object of advancing my work in the interest of science and humanity. I have an unbounded admiration for the people of Great Britain and believe that these inventions and discoveries of mine could not be more beneficially employed than by protecting His Majesty's domain from a possible calamity which would be of disastrous consequence to all human progress.

As for myself, I need absolutely a large and fully equipped research laboratory and the "Tesla Institute" recently formed in Yugoslavia, as well as an Academy of Science, founded in Paris in my honor, will require continued support. Besides, I have many imperative obligations, and all this requires a large sum of money, especially in view of the restrictions placed on individual possession. If, as I am sure, I can render this great service to Great Britain, I feel that I should be aided in the attainment of my unselfish aims.

1. As the first step towards the realization of the objects contemplated, I propose to submit to His Majesty's Naval and Military experts, within three months from date of acceptance, complete drawings and specifications of an operative plant as referred to above, with all the details and accessory devices. This is not ordinary routine work but a special and very difficult task, to which I must devote my full attention, excluding other business. To cover all outlays and allow for reasonable personnel expenses, a sum of fifteen thousand pounds would have to be provided and I expect that, at least half of it would be paid in advance, and the remainder on delivery of the plans.

2. My specifications are always drawn with the greatest care and in all cases that presented themselves in my long career, they have been approved and adopted in their entirety. I anticipate, therefore, with confidence, that His Majesty's

Anderson  
1881

-5-

experts will take the same favorable action and if so, my compensation should then be fixed and would consist:

- (a) In the immediate payment of the sum of five hundred thousand pounds.
- (b) A guarantee by His Majesty's government that when the plant is built and tested and found to operate as I specify so that, it can protect London and surrounding districts, of which I feel perfectly confident, another payment will be made to me of ten million pounds immediately upon satisfactory demonstration.
- (c) His Majesty's government will further guarantee me an annual royalty of one pound per kilowatt of the rated capacity of this as well as other plants which may be built to my specifications.
- (d) Coincident with the approval of my plans, I would offer my services for one year, during which time I would furnish additional drawings and specifications and other desired information and assistance, for which I receive ten thousand pounds.

Believe me, Sir,

Your obedient servant

X

2

Anderson, Leland - Tesla writings - Papers - The Tesla Particle Beam Proposal - 1736 - 1942-183, 1994-1996  
Miss 481

Box 7  
Folder 27

2.

[00-04-94]

Leland,  
of course I am  
curious what will  
you say. And...  
(without many words)  
this is only for your  
eyes.

Zoran

t

Anderson, Leander Tesla Writings - Papers -  
Miss 481

Anderson, Leander Tesla Writings - Papers - The Tesla Particle Beam Proposal - 1736 - 1942-1983, 1974-1776

# Tesla's Telegrams to S. Kosanovich

## One

New York, December 19, 1939

TO Savica Kosanovich, Zagreb (Yugoslavia)

Informed through our diplomat Fotich I cordially thank to Dr. Macek and you on noble offer. It is difficult to accept but I have to take into account only my work. It will take long time before the situation is settled between Serbs and Croats. Great and happy development is that we are united against the enemy.

Yours,

Nikola Tesla

## TWO

New York, March 1, 1941

TO Savica Kosanovich, Belgrade (Yugoslavia)

Warmest thanks to Mr. Macek and you for the good news. It is important to inform you with the facts. I have been developing a new principle for eight years, using more than fifty own inventions of which one third are fundamental discoveries. In the system there are no electrons. Energy goes in the same direction without spreading and is the same on all distances. It consists of neutrons. The beam is equal to the diameter of hydrogen. It penetrate the shield of the largest warships, so whatever is in them can be put on fire on limitless distance. Also airplanes. There should be needed nine stations: four for Serbia, three for Croatia, and two for Slovenia. Each should be two hundred KW, and they unavoidably give the protection to our dearest homeland against all the attacks. The content of the bomb can be triggered in the air. I want to stress out that in one station there is need for only one small generator or battery of 30 volts for operation.

Give my regards to Dr. Macek, and to you all the best and a lot of thanks.

Your uncle,

Nikola Tesla

+

?

1900-1907  
1907-1914

## Three

New York, March 4, 1941

TO Savica Kosanovich, Belgrade (Yugoslavia)

Poor in words I didn't send you enough informations. It will be necessary to enlarge the number of stations up to twelve; eight for Croatia each in shape of my known tower but only twenty meters high with a dome five meters in diameter. The station works by mechanical force from a Diesel machine, my air turbine, steam, electrically, or any other way and transfer in electrical non-alternating power under pressure of sixty million volts without danger. I expect ban Subasic to build one station at the peak of Lovcen mountain. Will be no radiance. Electrical power is moving particles through the air with velocity of 11837370000 centimeters per a moment and that's 0,394579 of the speed of light. What I said about aeroplanes is also true for tanks, freight vehicles, automobiles, many different types of machines in fastories, wheels in hydro, electrical and many other machines. Particles could have larger diameter than hydrogen atom and it is possible to melt metals and many other materials on all distances. Important results in war and peace achieved. Particles are practically always neutrons because they carry 3723 times less electricity than electrons which couldn't reach far distances through air. In my efforts with twenty effective millions of volts electrons were carrying forty times more electricity than usually and were penetrating two meters and because of a terrible reaction were destroying every tube in a moment. I must finish because a whole book is needed to explain everything. With a warmest regard I remain your uncle=

Nikola Tesla

## Four

New York, July 15, 1941

TO Sava Kosanovich, Yugoslav Minister, Capetown (South Africa) *ct*

My health could not be better. I eat like a horseman. I developed new inventions for our homeland, that can produce miracles. A lot of greetings from your faithful uncle=

Nikola

uk?

17 1000

DESON, TESLA & TESLA

WEBSITE

PAPERS

THE

Tesla Partie

BERN

Proposal

-1736-

1942-1983

1994-1996

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

2014

2015

2016

2017

2018

2019

2020

2021

2022

2023

2024

2025

2026

2027

2028

2029

2030

2031

2032

2033

2034

2035

2036

2037

2038

2039

2040

2041

2042

2043

2044

2045

2046

2047

2048

2049

2050

2051

2052

2053

2054

2055

2056

2057

2058

2059

2060

2061

2062

2063

2064

2065

2066

2067

2068

2069

2070

2071

2072

2073

2074

2075

2076

2077

2078

2079

2080

2081

2082

2083

2084

2085

2086

2087

2088

2089

2090

2091

2092

2093

2094

2095

2096

2097

2098

2099

20100

## Five

New York, no date

TO Sava Kosanovich, Yugoslav Delegate, Capetown (South Africa)

To prepare the engineer who will come later, and personal needs send me eight hundred dollars, please could you order to send me by telegraph. I work very successfully with all my energy but the laws of nature cannot be overlooked. Long live his majesty, King Peter II, his majesty Prince Pavle, and our still invincible Yugoslavia. Greetings, your uncle

Nikola Tesla

## Six

New York, December 26, 1941

TO Savica Kosanovich, Belgrade (Yugoslavia)

Recently I produced new principle to transfer unlimited power, for the complete defense of our dearest homeland. That power, that I managed to prove in practice, will give Yugoslavia overwhelming strength, because it will be able to destroy every machine, trigger the gunpowder, and so on. I will explain everything via our representative. I drained my finances in this hard work, and I have to ask you to send me, by telegraph, at least five hundred dollars, hotel New Yorker. I am very happy thinking that I am helping the homeland. With greetings I remain your uncle=

Nikola Tesla

Island, the language' is not perfect but I must be honest: Tesla's language was also not that good. Anyway, this is for the first aid. What do you think?

Foran

Box 7  
Folder 27

Tesla, Nikola

Mass, Energy, and Power

n.p., n.d.

t.m.s., 116p. (title and p. 1-4 lacking;  
text in German)

psychischer und anderer Zustände zu grosser Vollkommenheit ge-  
bracht worden sind, experimentell werden bestätigt werden. Mehr  
noch: dieses eine menschliche Wesen lebt fort und fort. Das Indi-  
viduum ist vergänglich, Rassen und ~~Nationen~~<sup>Stämmen</sup> kommen und vergehen,  
aber der Mensch bleibt. Darin besteht der grosse Unterschied zwi-  
schen dem einzelnen Menschen und der gesamten Menschheit. Darin  
auch liegt eine teilweise Erklärung vieler jener wunderbaren Erb-  
schaftsphänomene, die das Resultat schwacher, aber unzählbare  
Jahrhunderte lang beständiger wirkender Einflüsse sind.

Man stelle sich also den Menschen vor als eine Masse, die  
von einer Kraft vorwärts gedrängt wird. Obgleich diese Bewegung  
nicht eine translatorische ist, eine Bewegung, die eine Stellungs-  
veränderung in sich begreift, sind doch die allgemeinen mechanischen  
Bewegungsgesetze anwendbar, und die dieser Masse innenwohnende  
Energie kann nach wohlbekannten Grundsätzen gemessen werden durch  
die Hälfte des Produkts aus der Masse und einer gewissen Geschwin-  
digkeit. So enthaelt z. B. eine sich im Ruhestande befindende Kan-  
onenkugel eine gewisse Quantität von Energie in der Form von  
Wärme. Man stellt sich vor, die Kugel bestehe aus unzähligen  
kleinen Teilchen, Atome oder Moleküle genannt, welche vibrieren  
oder um einander herumwirbeln. Man stellt ihre Massen und Ge-  
schwindigkeiten fest und bestimmt daraus die Energie jeder dieser  
kleinen Systeme, und indem man alle addirt, erhält man eine Idee  
von der gesamten Energie, welche in der scheinbar sich in Ruhe

befindenden Kugel enthalten ist. Bei dieser rein theoretischen Abschätzung kann dann diese Energie berechnet werden indem man die Hälfte der ganzen Masse -das heisst, die Hälfte aller kleinen Massen- multipliziert mit dem Quadrat einer Geschwindigkeit, welche aus den Geschwindigkeiten der einzelnen Teilchen bestimmt wird.

Man kann sich vorstellen, dass die menschliche Energie auf dieselbe Weise gemessen werden koenne, indem man die Hälfte der menschlichen Masse multipliziert mit dem Quadrat einer Geschwindigkeit, welche wir noch nicht zu berechnen imstande sind. Aber unser Mangel an Kenntniss in dieser Hinsicht wird nichts zerstoeren an der Wahrheit der Schlussfolgerungen, die ich daraus ableiten werde, denn sie beruhen auf dem festen Grundsatze, dass Masse und Kraft ueberall in der Natur von denselben Gesetzen beherrscht werden.

Der Mensch ist jedoch nicht eine gewoehnliche, aus spinnden Atomen oder Molekülen bestehende, und nur Waerme+Energie enthaltende Masse. Er ist eine<sup>Masse</sup> ausgestattet mit gewissen hoeheren Eigenschaften wegen des Lebensschoepfungsprinzips, welches ihm innewohnt. Seine Masse aendert sich bestaendig wie das Wasser in einer Meereswoge, das alte wird durch neues ersetzt. Und nicht nur dies, er waechst, pflanzt sich fort und stirbt, und aendert so unabhaengig seine Masse, in Groesse sowol als in Dichtigkeit. Am allerwunderbarsten ist, dass er seine Bewegungsgeschwindigkeit zu vermindern oder zu vergroessern (imstande ist) verloege der geheimnis-

vollen Kraft, welche er besitzt, sich aus anderen Substanzen mehr oder weniger Energie anzueignen und diese in Bewegungsenergie umzuwandeln. Aber in irgend einem gegebenen Momente darf man wol diese langsamten Aenderungen unbeachtet lassen und annehmen, dass das Produkt aus der Haelfte der menschlichen Masse ~~ist~~ <sup>und</sup> dem Quadrat einer gewissen hypothetischen Geschwindigkeit das Maass menschlicher Energie ist. Wie man auch diese Geschwindigkeit berechnet und was man auch immer als Maasseinheit annimmt, man muss, in Uebereinstimmung mit dieser Auffassung, zu dem Schluss kommen, dass es das groesste Problem der Wissenschaft ist und immer sein wird, die so <sup>defined</sup> festgestellte Energie zu erhöhen. Vor vielen Jahren, angeregt durch das Lesen jenes hochinteressanten Werkes von Draper, "Geschichte der geistigen Entwicklung Europa's", welches so lebhaft die menschliche Bewegung schildert, gelangte ich zu der Erkenntnis, dass die Lösung dieses grossen Problems immerdar die höchste Aufgabe des Mannes der Wissenschaft sein muss. Einige Resultate meines eigenen Strebens nach diesem Ziele werde ich hier kurz zu beschreiben versuchen.

Fs stelle also in Schema a M die menschliche Masse vor. Diese Masse wird nach einer Richtung hin angetrieben von einer Kraft f, welcher eine andere, genau in entgegengesetzter Richtung wirkende, teils reibende, teils negative Kraft Widerstand leistet ~~hindert~~ und die Bewegung der Masse verzoegert. Eine solche Gegenwirkung findet bei jeder Bewegung statt und muss in Betracht gezogen werden. Der Unterschied zwischen diesen beiden Kraeften ist die ef-

fektive Kraft, welche der Masse  $M$  eine Geschwindigkeit  $V$  verleiht in der Richtung des Pfeiles auf der Linie  $f$ , welche die Kraft darstellt. Nach Vorhergehendem ergibt sich also die menschliche Energie aus dem Produkt  $\frac{1}{2} M V^2 = \frac{1}{2} M V \times V$ , worin  $M$  die gesamte Masse im gewoehnlichen Sinne des Wortes "Masse" und  $V$  eine gewisse hypothetische Geschwindigkeit ist, welche wir bei dem gegenwaertigen Standpunkte der Wissenschaft noch nicht genau zu bestimmen und festzustellen instande sind. Die menschliche Energie erhöhen bedeutet deshalb so viel wie dieses Produkt erhöhen, und, wie leicht ersichtlich, stehen zur Freischaltung dieses Ziels nur die drei, in obigem ~~Schemma~~ <sup>Diagramme</sup> illustrierten Wege offen. Der erste Weg, dargestellt in der oberen Figur, ist Vergroesserung der Masse, (wie durch die punktierte Kreislinie angedeutet) indem die beiden entgegengesetzten Kräfte unverändert bleiben. Der zweite Weg ist die Verminderung der Verzögerungskraft  $R$  auf einen kleineren Wert  $r$ , indem Masse und Antriebskraft dieselben bleiben, wie in der mittleren ~~Schemma~~ <sup>Figur</sup> ~~gezeigt~~ gezeigt ist. Der dritte Weg, illustriert in der letzten Figur, ist die Vermehrung der Antriebskraft  $F$  auf einen höheren Wert  $f$ , während Masse und Verzögerungskraft  $R$  unverändert bleiben. Offenbar sind der Vergroesserung der Masse und der Verminderung der Verzögerungskraft bestimmte Grenzen gezogen, aber die Antriebskraft kann bis ins Unerdliche gesteigert werden.. Jede dieser drei möglichen Lösungen verleiht dem Hauptproblem der Erhöhung menschlicher Energie ein anderes Aussehen, <sup>wodurch das</sup> und teilt es ein in drei besondere Probleme, die nach einander betrachtet werden sollen, <sup>zu füllen.</sup>

Das erste Problem: Wie kann die menschliche Masse vergroessert werden - Das Brennen atmosphaerischen Stickstoffes.

Im allgemeinen betrachtet gibt es augenscheinlich zwei Wege die Masse der Menschheit zu vergroessern: erstens dadurch, dass man jene Kraefte und Zustände unterstuetzt und aufrecht erhält die zu ihrer Vermehrung beitragen; zweitens dadurch, dass man die Kraefte bekämpft und vermindert, die sie zu verkleinern suchen. Die Masse wird vergroessert durch sorgfaeltige Gesundheitspflege, durch kraeftige Nahrung, durch Maessigkeit, durch regelmaessige Lebensweise, durch Foerderung der Ehe, durch gewissenhafte Pflege der Kinder und, im allgemeinen, durch Beebastlung der mannigfaltigen Religions- und Gesundheits-Vorschriften und Gesetze. Aber wenn der alten Masse neue hinzugefügt wird, stellen sich wiederum drei Faelle ein. Die hinzugefügte Masse besitzt entweder dieselbe, oder kleinere, oder grössere Geschwindigkeit als die alte. Um von der verhaeltnismaessigen Wichtigkeit dieser Faelle eine Idee <sup>das</sup> zu gewinnen, stelle man sich vor, <sup>ein</sup> aus hundert Lokomotiven bestehender Zug <sup>laufe</sup> auf einem Geleise, und ~~seien~~ <sup>an</sup> dass ~~um~~ <sup>behufs</sup> ~~Verneurung~~ der Geschwindigkeit der sich bewegenden Masse ~~zu vergroessen~~, vier weitere Lokomotiven hinzugefügt werden. Wenn diese vier sich mit derselben Geschwindigkeit bewegen als der Zug, dann wird die gesamte Energie um vier Prozent vergroessert; wenn sie sich ~~mit~~ mit der halben Geschwindigkeit bewegen, wird die Vergroesserung nur ei-

nen Prozent betragen; wenn sie sich mit zweimal so grosser Geschwindigkeit bewegen, dann wird die Energie um sechzehn Prozent vergroessert. Dieses einfache Beispiel beweist, dass es von der hoechsten Wichtigkeit ist, Masse groesserer Geschwindigkeit hinzuzufuegen. Deutlicher ausgedrueckt, wenn z. B. Kinder in ebenso hohem Grade aufgeklaert sind als die Eltern - das heisst, Masse "derselben Geschwindigkeit" sind - wird die Energie nur im Verhaeltnis zu der hinzugefügten Anzahl erhoeht. Wenn sie weniger intelligent oder fortgeschritten, oder Masse "kleinerer Geschwindigkeit" sind, wird der Gewinn an Energie ein sehr geringer sein; wenn sie aber weiter fortgeschritten, oder Masse "groesserer Geschwindigkeit" sind, dann wird die neue Generation den Gesamtbetrag der menschlichen Energie bedeutend erhöhen. Jede Hinzufügung von Masse "kleinerer Geschwindigkeit", mehr als unbedingt notwendig ist, um dem in den Sprichworte "Mens sana in corpore sano" ausgedrückten Gesetze Genüge zu leisten, sollte mit aller Macht bekämpft werden. So z. B. betrachte ich die Entwicklung der Muskeln allein, wie sie in einigen unserer Hochschulen angestrebt wird, als Hinzufügung von Masse "kleinerer Geschwindigkeit", die ich nicht empfehlen würde, obgleich ich in meinen eigenen Studentenjahren andere Ansichten hegte. Natuerlich ist noessige Uebung, die das Gleichgewicht zwischen Körper und Geist aufrecht erhält und die hoechste Leistungsfähigkeit gewahrt, ein Hauptfordernis. Das oben angeführte Beispiel zeigt, dass die Erziehung, oder Steigerung der "Geschwindigkeit"

digkeit" der neu hinzugefügten Masse dasjenige Resultat ist, dessen Erreichen von der groessten Wichtigkeit ist.

Andererseits braucht wol kaum erwaehnt zu werden, dass alles, was den Lehren der Religion und <sup>ten</sup> Gesundheitsgesetzen widerspricht, eine Verminderung der Masse herbeifuehrt. Stimuliermittel wie Whiskey, Wein, Thee, Kaffee und dergleichen sind Schuld an der Lebensverkuerzung vieler und sollten deshalb mit Maessigkeit gebraucht werden. Aber ich glaube nicht, dass strenge Maassregeln zur Abschaffung von Gewohnheiten, die viele Generationen hindurch befolgt wurden ~~sind~~, empfehlenswert sind. Es ist weiser Maessigkeit zu predigen, als gaenzliche Enthaltsamkeit. Wir haben uns ~~an~~ an diese Stimuliermittel gewohnt, und wenn <sup>derartige</sup> ~~zukünftige~~ Reformen eingeführt werden sollen, so muss dies langsam und allmälich geschehen. Diejenigen Leute, welche ihre Kraefte solchen Zwecken widmen, koennten sich weit nuetzlicher machen, wenn sie ihren Anstrengungen <sup>Verschaffung!</sup> ~~in~~ andere Richtungen <sup>gäben</sup>, wie z. B. der ~~Versorgung~~ <sup>reinen</sup> Trinkwassers.

Auf jeden Menschen

Für jede Person, ~~der~~ dem Effekte von Stimuliermitteln <sup>ausfallen</sup> unterliegt, ~~sterben~~ mindestens tausend <sup>die</sup> vom Trinken unreinen Wassers! sterben Diese kostbare Fluessigkeit, die uns taeglich neues Leben einfloesst, ist gleichfalls das Hauptmittel, durch welches Krankheiten und Tod unsern Koerper betreten. Die Leben-zerstoerenden Keime, welche es mit sich bringt, sind um so schrecklichere Feinde, da sie <sup>unbemerkt</sup> ihr toetliches Werk verrichten. Sie b siegeln unser

Schicksal, w-ehrend wir uns unseres Lebens freuen. Die meisten Leute sind so unwissend und unvorsichtig beim Wassertrinken und die Folgen davon sind so verderbend, dass ein Philanthrop seine Bemuehungen kaum einer besseren Sache widmen konnte als der Belehrung derer, die sich auf diese Weise Schaden zufuegen. Durch systematisches Reinigen und Sterilisieren des Trinkwassers wuerde die menschliche Masse sehr bedeutend vergroessert werden. Es sollte zu einer strengeren Maasregel - die ~~gesetzlich in Ausfuehrung ge-~~  
~~bracht~~ <sup>ebt zum Gesetz erhoben</sup> werden konnte - gemacht werden, in jedem ~~Hauskochkader~~ oeffentlichen Platze das Wasser zu kochen oder auf andere Weise zu sterilisieren. Das Filtrieren allein gewaeht keinen genuegenden Schutz gegen Ansteckung. Alles fuer inwendigen Gebrauch bestimmte Eis sollte ~~ki~~nstlich, aus gruendlich sterilisiertem Wasser hergestellt werden. Die Wichtigkeit Krankheitskeime aus dem Wasser zu entfernen, mit welchen Staedte versorgt werden, wird allgemein anerkannt, aber es wird wenig zur Besserung der bestehenden Zustaende getan, da bisher noch keine zufriedenstellende Methode zur Sterilisierung grosser Wassermengen vorgeschlagen worden ist. Vermit-tels verbesserter elektrischer Vorrichtungen kann jedoch jetzt Ozon billig und in grossen Quantitaeten dargestellt werden, und dieses ideale Desinfektionsmittel saheint eine glueckliche Loesung dieser wichtigen Frage zu gewaehren.

*Celd*  
Das Spielen, ~~Geheimnissjagd~~ und Aufregung, hauptsaechlich

auf den Boersen, sind Ursachen grosser Massenverminderung, besonders weil die betreffenden Individuen Einheiten eines grösseren Wertes darstellen. Die Unfähigkeit die ersten Symptome einer Krankheit zu erkennen und deren Vernachlässigung sind wichtige Sterblichkeitsfaktoren. Indem wir sorgfältig jedes Zeichen einer herannahenden Gefahr beachten und alle mögliche Anstrengungen machen sie abzuwenden, befolgen wir nicht nur weise Gesundheitsgesetze im Interesse unseres Wohleins und des Erfolges unserer Arbeiten, sondern wir erfüllen auch eine höhere, moralische Pflicht. Jedermann sollte seinen Körper ansehen als eine unschätzbare Gabe von Einem, den er über Alles liebt, als ein wunderbares Kunstwerk von unbeschreiblicher Schönheit, ein Meisterwerk, das über alle menschliche Verständnis erhaben<sup>ist</sup>, so zart und gebrechlich, dass ein Wort, ein Hauch, ein Blick, ja sogar ein Gedanke ihn beschädigen kann. Unreinlichkeit verursacht Krankheiten und ist nicht nur eine selbstzerstörende, sondern auch höchst unsittliche Gewohnheit. Indem wir unsern Körper gesund und rein erhalten und ihn bewahren vor Ansteckung, bezeugen wir unsere Ehrfurcht vor dem hohen Prinzip, welches ihm inne wohnt. Wer in diesem Sinne die Vorschriften der Gesundheit befolgt, zeigt sich, mindestens in dieser Beziehung, als wirklich religios. Löse Sitten sind ein schreckliches Übel, das sowohl Körper als Geist vergiftet und in einigen Ländern für eine grosse Veränderung der menschlichen Masse verantwortlich ist. Viele der gegenwärtigen Sitten und Neigungen haben ähnliche schädliche Resultate

zur Folge. Z. B. das Gesellschaftsleben, die moderne Erziehung der Frau und moderne Frauenberufe tragen dazu bei, <sup>die Frauen</sup> sie ihren häuslichen Pflichten zu entziehen und Männer aus ihnen zu machen und müssen notwendigerweise das hohe Ideal beeinträchtigen, welches sie darstellen, die künstlerische Schöpfungskraft verringern und Unfruchtbarkeit und allgemeine Abschwächung der Rasse verursachen. Tausend andere Übelstaende könnten erwähnt werden und doch würden alle zusammen, in ihrer Tragweite auf das in Rede stehende Problem, einem einzigen nicht gleichkommen, dem Mangel an Nahrung, herbeigeführt durch Armut, Hilflosigkeit und Hungersnot. Millionen von Menschen sterben jährlich aus Mangel an Nahrung und halten so die Masse in Sehrenken. Sogar in unsern aufgeklärten Gemeinschaften, und trotz der vielen Weltätigkeitsunternehmungen, ist dieses doch in aller Wahrscheinlichkeit ~~doch~~ das Hauptübel. Ich meine hier nicht gänzlichen Mangel an Nahrung, sondern Mangel an gesunder Nahrung.

Wie man gute Nahrung reichlich verschaffen kann ist deshalb eine höchst wichtige Tagesfrage. Aus allgemeinen Grundsätzen ist das Viehzüchten zum Zwecke der Nahrungsbesorgung zu verwerfen, weil ~~es~~ in dem oben ausgelegten Sinne unzweifelhaft die Hinzufügung von Masse "kleinerer Geschwindigkeit" veranlassen muss. Das Gemüsebau ist sicherlich vorzuziehen, und ich glaube deshalb, dass der Vegetarianismus eine lebenswerte Abänderung ist von der gewöhnlichen barbarischen Lebensweise. Dass man von Pflan-

zenkost leben und dabei seine Arbeit sogar mit Vorteil verrichten kann, ist nicht nur eine hohle Theorie, sondern eine ~~wolbewiesene~~  
~~eich~~ Tatsache. Viele Voelker, die fast ausschliesslich von Pflanzen ernähren, besitzen ~~maxx~~ ueberlegenen Koerperbau und Kraft. Gewisse Pflanzenspeise, wie Hafermehl z. B., ist unzweifelhaft oekonomischer als Fleisch und uebertrifft dasselbe sowol an mechanischer als auch geistiger Arbeitsverrichtung. Ausserdem strengt solche Nahrung unsere Verdauungsorgane entschieden weniger an und erzeugt, viel, indem es uns zufriedener und geselliger stimmt. kaum schaetzbares Gut. Angesichts dieser Tatsache sollte jede moegliche Anstrengung gemacht werden, das grausame und unnuetze Hinschlachten von Tieren, das zerstoerend auf unsre Sitten wirken muss, zu unterdruecken. Wenn wir uns von tierischen Instinkten und Begierden befreien wollen, die uns niederhalten, müssen wir anfangen bei der Wurzel selbst, aus der sie entspringen: es muss eine radikale Reform in unserer Nahrungsweise eingefuehrt werden.

Es scheint eine philosophische Notwendigkeit nach Nahrung nicht zu bestehen. Man kann sich organisierte, chne Nahrung lebende Wesen vorstellen, die alle zur Verrichtung ihrer Lebensfunktionen noetige Energie dem umgebenden Medium entziehen. In einem Kry stall haben wir einen klaren Beweis von dem Bestehen eines <sup>formative</sup> ~~Lebens-~~ ~~life principle~~ Bildungs-Prinzips, und wenn wir auch das Leben eines Krystalles nicht verstehen koennen, ist es nichedestweniger ein lebendes Wesen. Ausser Krystallen duerfte es noch andere derartige individu-

alisierte, materielle Wesenssysteme geben, vielleicht von gasförmiger Beschaffenheit oder aus einer noch dünneren Substanz bestehend. Angesichts dieser Möglichkeit - nein, Wahrscheinlichkeit - können wir die Existenz lebender Wesen auf einem Planeten, nur weil die Zustände auf demselben für Leben, wie wir es uns vorstellen, nicht geeignet sind, nicht widersprechlich bestreiten. Wir können nicht einmal mit absoluter Sicherheit behaupten, dass solche Wesen sich nicht auch hier, in unserer Welt, ja sogar in unserer Mitte befinden, denn ihre Beschaffenheit und Lebensart können derart sein, dass wir nicht in stande sind, sie wahrzunehmen.

Die Erzeugung künstlicher Nahrungsmittel als Mittel eine Vergrößerung der menschlichen Masse zu bewirken droingt sich selbstverständlich auf, aber ein unmittelbarer Versuch, auf diese Weise Nahrung zu verschaffen scheint mir nicht rationell zu sein, wenigstens nicht für den Augenblick. Es ist sehr zweifelhaft, ob wir bei solcher Nahrung gediehen könnten. Wir sind das Resultat einer Ewigkeit fortwährender Anpassung und können keine grundliche Änderung vornehmen ohne unvorhergesehene, in aller Wahrscheinlichkeit vererbliche Folgen. Ein so zweifelhaftes Experiment sollte nicht gemacht werden. Es scheint mir, dass bei Weitem der beste Weg die Verheerung dieses Übels zu bekämpfen sein würde, Mittel zu finden die Fruchtbarkeit des Erdbodens zu vermehren. Zu diesem Zwecke ist die Schonung der Wälder von nicht zu <sup>unter</sup> ~~verschwendendem~~ Werte, und in dieser Beziehung ist auch die

die Ausnutzung von Wasserfällen für elektrische Kraftübertragung stark zu befürworten, weil sie auf vielerlei Art die Notwendigkeit des Holzverbrauchs beseitigt und so zur Wildschöpfung beiträgt. Die Verbesserungen, die auf diese und ähnliche Weisen zu erreichen sind, haben jedoch ihre Grenzen.

Um die Erzeugungsfähigkeit des Erdbodens wesentlich zu erhöhen muss derselbe durch künstliche Mittel auf wirksame Weise gefeuert werden. Die Frage der Nahrungserzeugung lässt sich also auf in die Frage, wie am besten der Erdboden zu dienen ist.

Wie das Erdreich entstanden ist, ist noch ein Geheimnis. Dies zu erklären würde wahrscheinlich eine Erklärung des Lebens selbst bedeuten. Die Felsen, aufgelöst durch Feuchtigkeit und Wärme, Wind und Wetter, waren von sich selbst nicht imstande Leben zu erhalten. Es entstand irgend ein noch nicht aufgeklärter Zustand, es trat irgend ein neues Prinzip in Kraft und es bildete sich die erste Schicht, welche niedrige Organismen, wie Moose, zu ernähren vermochte. Diese verliehen dem Boden durch ihr Leben und ihren Tod mehr der Leben-gebenden Eigenschaft, und es konnten dann höhere Organismen bestehen, und so fort und fort, bis endlich hoch entwickeltes Pflanzen- und Tierleben blühen konnte. Aber obgleich sogar jetzt die Theorien noch nicht darüber einig sind, wie sich die Befruchtung vollzicht, es ist eine nur zu gut bekannte Tatsache, dass der Erdboden nicht ohne Ende Leben unterhalten kann, und es muss ein Weg gefunden werden, ihm mit dauernden Substanzen zu versorgen, welche ihm durch die Pflanzen entzogen werden sind. Die häufigsten und wertvollsten dieser Substanzen sind

Stickstoffverbindungen, und deren billige Herstellung ist deshalb der Schlüssel zur Lösung des so wichtigen Nahrungsproblems. Unsere Atmosphäre enthält unerschöpfliche Mengen von Stickstoff, und könnten wir denselben nur oxydieren und diese Mischungen herstellen, so würde der Menschheit ein unberechenbarer Nutzen erwachsen.

Schon vor langer Zeit machte diese Idee einen gewaltigen Eindruck auf die Einbildungskraft wissenschaftlicher Männer, aber ein zur Erzielung dieses Resultats zweckmässiges Mittel konnte nicht erdacht werden. Die ausserordentliche Trägheit des Stickstoffs, der sich ~~am Verhältnisse eingebettet~~, sogar mit Sauerstoff, machte das Problem höchst schwierig. Aber hier kommt die Elektrizität ~~zu~~ <sup>und zu Hilfe</sup>! Ein elektrischer Strom von geeigneter Beschaffenheit erweckt die schlummernden Affinitäten des Elements. Wie ein Strohfeuer, welches Jahrhunderte lang mit Sauerstoff in Beziehung gewesen ist ohne zu brennen, sich mit demselben verbindet wenn einmal entzündet, so verbrennt auch der Stickstoff, wenn er durch Elektrizität erregt wird. Es gelang mir jedoch erst vor verhältnismässig kurzer Zeit, elektrische Entladungen zu erzeugen, die den atmosphärischen Stickstoff auf sehr wirksame Weise angreifen, obgleich ich im Mai 1891, bei einem wissenschaftlichen Vortrage, eine neue Art Entladung zeigte, "St. Elms-Glühfeuer" genannt, die außer dem Wasserstoff, reichlich Ozon zu erzeugen, auch entschieden die Eigenschaft besass, chemische Verbindungen her-

hervorzubringen, wie ich bei jener Gelegenheit andeutete. Diese Flamme oder Entladung war damals nur drei oder vier Zoll lang, ihre chemische Wirkung war gleichfalls sehr schwach und folglich war das Oxydationsverfahren des Stickstoffes unwirtschaftlich. Diese Wirkung stärker zu machen war nun die Aufgabe. Offenbar mussten elektrische Strome~~r~~ eigentümlicher Beschaffenheit erzeugt werden, um den Verbrennungsprozess des Stickstoffes ergiebiger zu machen.

Der erste Fortschritt war die Ermittelung der Tatsache, dass der chemische Wirkungsgrad sehr bedeutend gesteigert wird durch Anwendung von Stromen ~~sehr~~ hoher Frequenz oder schneller Schwingung. Dies war eine wichtige Verbesserung, aber praktische Rücksichten setzten dem Fortschritte in diese Richtung bald bestimmte Grenzen. Zunächst wurden die Effekte der Spannung der elektrischen Stromstöße, ihre Wellenform und andere charakteristische Eigenschaften untersucht. Dann wurde der Einfluss des Druckes der Atmosphäre und das Vorhandensein von Wasser und anderen Körpern studiert, und so wurden die besten Bedingungen zur Erzeugung der intensivsten chemischen Wirkung der Entladung und zur Erreichung des höchsten Wirkungsgrades des Verfahrens allmählich festgestellt. Natuerlich kamen die Verbesserungen nicht schnell; aber dennoch, nach und nach machte ich Fortschritte. Die Flamme wurde grösser und grösser und ihre Oxydationskraft stärker und stärker. Von einer unansehnlichen, einige Zoll langen Bueschelentladung entwickelte sie sich zu einem wunderbaren elektrischen Phaeno-

men, einer heulenden, den Stickstoff der Atmosphäre verschlingenden Flammenglut, sechzig oder siebenzig Fuss breit. So wurde langsam, fast unmerklich, die Möglichkeit zur Wirklichkeit. Es ist noch keineswegs Alles vollbracht, aber hinwiefern meine Bemühungen belohnt worden sind wird man sich vorstellen können, wenn man Fig. 1 betrachtet, die zusammen mit ihrem Titel sich selbst erklärt.

Flammenartige

Die darin sichtbare ~~Flammenartige~~ Entladung wird erzeugt durch intensive elektrische Oscillationen, welche durch die gezeigte Spule fließen und die Luftpoleküle heftig erschüttern. Auf diese Weise wird zwischen den beiden, unter normalen Bedingungen gleichgültigen Bestandteilen der Atmungswurz eine starke Affinität hervorgerufen, und sie verbinden sich berücksichtig, sogar wenn keine weitere Verstärkung zur Verstärkung der chemischen Wirkung der Entladung getroffen ist. Bei der Fabrikation von Stickstoffimischenungen nach diesem Verfahren wird natürlich jedes mögliche Mittel, welches auf die Intensität dieser Wirkung und die Wirtschaftlichkeit der Methode Bezug hat, ausgenutzt werden, und außerdem werden besondere Vorrichtungen zur Fixierung der sich bildenden Mischungen getroffen werden, weil sie gewöhnlich unbeständig sind und ~~mechanische Kraft~~ der Stickstoff nach kurzer Zeit wieder trage wird. Dampf ist ein einfaches und wirksames Mittel zur dauernden Fixierung der Verbindungen. Das gezeigte Resultat macht es möglich, unbeschränkte Mengen des atmosphärischen Stickstoffs zu oxydieren, nur durch Anwendung billiger mechanischer Kraft und

und einfacher elektrischer Apparate. Auf diese Weise können überall in der Welt vielerlei Stückaufschriften zu niedrigen Preisen und in beliebiger Quantität hergestellt werden, und mittels dieser Mischungen kann der Erdboden gedungen um seine Erzeugnisfähigkeit ein Ende gestoppt werden. So kann ein Überfluss an billiger und gesunder Nahrung, nicht künstlicher, sondern solcher, an welche wir gewohnt sind, verschafft werden. Diese neue und unerschöpfliche Nahrungsquelle wird der Menschheit zu unbeschreibbaren Vorteile gereichen, denn sie wird ungemein zur Vergrößerung der menschlichen Masse beitragen und so die menschliche Thierrie unermeslich vermehren. Bald, hoffe ich, wird die Welt den Anfang einer Industrie sehen, die mit der Zeit, glaube ich, an Wichtigkeit der Fischindustrie am nächsten stehen wird.

Das zweite Problem: Wie kann die Kraft, welche die menschliche Natur verzerrt, vermindert werden - die Kanz' der Lehretheorie.

Wie vorhin gesagt, wird die Kraft, welche die Fortbewegung des Menschen verzerrt, teils ist durch Reibung erzeugt, und teils ist sie negativ. Um diese Unterscheidung klar zu machen, seien beispielsweise Unwissenheit, Dummheit und Geisteschwäche als einige der nur Reibung erzeugenden Kräfte oder Widerstände erachtet, die jeglichen Richtungsdrücken entbehren. Andererseits sind Phantasterei, Wahnsinn, Selbstzurückzunahmestrich, religiöser Fanatismus und dergleichen alle Kräfte negativen Charakters, die in bestimmten Richtungen wirken. Zur Vermindeung oder ganzlichen Überwindung dieser ungleichartigen Naturverzerrungskräfte müssen grundsätzlich verschiedene Methoden angewandt werden. Man weise z. B. was ein Fanatiker zu tun geneigt ist und ihm seine Versichtbarkeitsregeln treffen, ihn aufzuklären, überzeugen und möglichstweise lenken, sein Laster in Tugend verwandeln; ob er nun weiß nicht und kann nichts wissen, was ein brutaler oder schwachsinniger Mensch tun wird, und man muss ihn behandeln wie eine Idioten, von den tollen Elementen losgelassene Natur ohne Verstand. Vom negativen <sup>sollen</sup> Kraft bedeutet immer eine bestimmt, und nicht ~~bestimmt~~ eine hohe, wenn auch falsch ergrundete Eigenschaft, die sich zum Guten kehren lässt; aber eine Ruhm/ehrhaft eine Richtung bedeutet unvermeidlich-

chen Verlust. Die erste und allgemeine Antwort auf die klige Frage ist also: Alle negativen Kräfte, die in die richtige Bahn gebracht und alle Pfeilwirkung verhindert werden.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass von allen Reibungswiderstaänden Unwissenheit derjenige ist, welcher die Bewegung der Menschheit am meisten verlangsamt. Nicht ohne Grund sagte jener Mann der Weisheit, Buddha: "Unwissenheit ist das grösste Übel der Welt." Die Reibung, die durch Unwissenheit verursacht ~~wird~~ und durch die zahlreichen Sprachen und Nationalitäten noch erhöht wird, kann nur durch Verbreitung von Kenntnis und durch Vereinigung der verschiedenartigen Menschenelemente verminderd werden. Aber wie sehr auch in vergangenen Zeiten Unwissenheit die Vorauswärtsbewegung des Menschen gehindert haben hat, so steht fest, dass heutzutage die negativen Kräfte grossere Wichtigkeit angenommen haben. Und unter diesen ist wiederum eine von weit grösserer Bedeutung als irgend eine andere. Sie heißt organisierte Kriegsführung. Wenn man bedenkt, wie viele Millionen von Individuen, häufig die törichtesten an Körper und Geist, die Blute der Menschheit, zu einem Leben der Untätigkeit und Unproduktivität gezwungen sind, welch ungemeine, so viel menschliche Energie darstellende Summen Geldes täglich zur Unterhaltung der Armeen und Kriegsführungseinrichtungen erforderlich sind, wie viel vergebene Arbeit zur Herstellung von Waffen und Körstensapparaturen aufgewandt wird, wie viele Leben verloren gehen und welche barbarische Begierden

dadurch in uns gemacht werden, ist man entsetzt ueber den unvermeidlichen Verlust, welchen wir innerlich durch das Bestehen dieser bedeutsamsten Zustände erlitten hassen. Was koennen wir tun, um am besten dieses grosse Nebel zu bekämpfen?

Zur Aufrechterhaltung von Gesetz und Ordnung sind unabdingt organisierte Kraefte notwendig. Keine Gemeinschaft kann ohne strenge Disziplin bestehen und godzen. Jedes Land muss imstande sein sich zu verteidigen, sollte die Notwendigkeit erstehen. Die Zustände von heute sind nicht das Resultat von gestern, und eine wesentliche Aenderung kann nicht ~~so~~ <sup>plötzlich</sup> eingeführt werden. Wenn die Völker sich auf einmal entwaffneten, würde dies wahrscheinlich schlimmere Zustände als Krieg zur Folge haben. Der allgemeine Frieden ist ein schöner Traum, der sich aber nicht auf einmal verwirklichen lässt. Wir haben vor kurzer Zeit gesehen, dass sogar die eulsen Beziehungen eines mit der höchsten irischen Macht bekleideten Mannes tatsächlich ohne Erfolg geblieben sind. Und kein Wunder, denn die Stiftung allgemeinen Friedens ist fuer den Augenblick eine physische Unmöglichkeit. Der Krieg ist eine negative Kraft und kann nicht in eine positive Richtung gelenkt werden ohne die Zwischenphasen durchzurauen. Das Problem ist dasselbe, als wolle man ein sich dröhndes Rad in die entgegengesetzte Richtung wenden, ohne es langsam gehen zu lassen, aufzuhalten und nach der anderen Richtung wieder ansetzen.

Man hat sehr gutet, dass die Verwirklichung von Schießpuffern grosser Bedeutung ist mit dem Friede ein Ende machen zu wolle. Eine lange Zeit glaubte ich dies selber, aber jetzt halte ich es fuer einen artenalischen Irrtum. Solche Entwickelungen werden in der Kriegsführung grosse Veränderungen hervorrufen, aber nicht ihre Ende herbeiführen. Im Gegenteil, ich glaube, dass jede neue Waffe, die erfunden wird, jede Fortentwicklung auf diesem Gebiete nur neues Talent und Geschicklichkeit entlockt, neue Kräfte in Beschlag nimmt, eine neue Triebfeder ist, und so mir aufs neue zu weiterer Entwicklung anspornit. Man denkt nur an die Erfindung des Pulvers. Man kann sich eine gründlichere Aenderung vorstellen, als durch diese Neuerung hervorgerufen wurde? Stellen wir uns vor, wir lebten zu jener Zeit: würden wir dann nicht geglaubt haben, dass dem Kriege ein Ende gemacht wäre, als der Hornissch des Pittors ein Gegenstand der Unmöglichkeit wurde, als körperliche Kraft und Geschicklichkeit, die vorher von so grosser Bedeutung waren, einen verhältnismässig geringen Wert annahmen? Dennoch machte das Pulver den Krieg kein Ende; ganz des Gegenteils; es wirkte als ein mächtiges Reizmittel. Auch glaube ich nicht, dass der Krieg je durch eine wissenschaftliche oder ideale Entwicklung aufgeholt werden wird, so lange als aehnliche Zustände bestehen, wie jetzt vorherrschen, weil der Krieg selbst zu einer Wissenschaft geworden ist, und weil Krieg ~~widder~~ auf der heiligsten Gefüchte, <sup>eruf</sup> denen der Mensch fällt. ~~ist.~~ Es ist in der Tat

zu befürchten, ob Menschen, die nicht für ein hohes Prinzip stritten  
—, überhaupt zu etwas fürchten würden. Es ~~ist~~ <sup>auch</sup> weder der Geist  
noch der Körper, <sup>als</sup> den Menschen machen es sind Geist und Körper.  
Andere Tugenden und Fehler sind unverträglich, wie Kraft und  
Vaterie. Wenn sie sich trennen, ist der Mensch nicht mehr.

Welches bedeutendes Gesetz hat,  
Eine andere, häufig aufgestellte Behauptung ist die, dass  
Krieg bald unmöglich werden muss, weil die Verteidigungsmittel die  
Angriffsmittel überflügeln. Dies ist nur in Übereinstimmung  
mit dem fundamentalen Gesetz, welches sich ausdrücken lässt mit  
den Worten, dass es leichter ist zu zerstören als zu bauen. Die-  
ses Gesetz umschreibt die menschlichen Fähigkeiten und menschli-  
chen Zustände. Waren diese soart, dass es leichter wäre zu bau-  
en, als zu zerstören, dann würde der Mensch ungehindert weiter  
schaffen und Güter anknüpfen ohne Ende. Solche Zustände sind  
nicht von dieser Welt. Ein Wesen, welches das tun könnte, wäre  
kein Mensch; es könnte ein Gott sein. Die Verteidigung wird immer  
über den Angriff den Vorteil haben, aber dies allein, scheint mir,  
kann dem Kriege nicht Einhalt gebieten. Durch Anwendung neuer Ver-  
teidigungsprinzipien könnten Menschen unvermeidlich gemacht werden,  
aber man kann durch solche Mittel nicht verhindern, dass zwei  
Kriegsschiffe auf hoher See mit einem ar kämpfen. Und verfolgt  
man diese Idee weiter bis zu ihrer endlichen Entwicklung, so kommt  
man zu dem Schlusse, dass es besser für die Menschheit wäre, wenn  
Angriff und Verteidigung im gleichen Verhältnisse

zu einander stossen; doch kann jedoch, sogar das kleinste Land sich  
in einer undankbarlichen Lüge in einen ~~Krieg~~ und der unbilden-  
den Kriegs-Rittern konnen, werden sicherlich Anstände erzischen,  
die durch den Fortschritt der Menschheit höchst ungünstig wären.  
Durch Beseitigung aller Schranken, welche Völker und Rassen von  
einander trennen, wird die Civilisation am meisten gefordert.

Anderer, wiederum, behaupten, dass die Ankunft der Flug-  
maschine allgemeinen Frieden mit sich bringen muss. Auch dies hal-  
te ich hier eine ganz irrtümliche Ansicht. Die Flugmaschine wird  
sicherlich kommen, und ~~es~~ sehr bald, aber die Zustände werden  
bleiben wie vorher. Ich sehe in der Tat keinen Grund, warum eine  
Großmacht, wie Grossbritannien, nicht eben so gut die Luft be-  
herrschen könnte, wie das Meer. Ohne mich als Prophet hinstellen  
zu wollen, kann ich ohne Zweifel sagen, dass die nächsten Jahre  
das Entstehen einer "Luftmacht" sehen werden, und ihr Hauptpunkt  
dürfte nicht weit von New York entfernt sein. Aber trotz alledem  
werden die Menschen lustig weiter stritten.

Die ideale Entwicklung des Kriegsprinzips würde schlie-  
ßlich darin führen, dass die gesamte Kriegsenergie in rein potenti-  
elle, explosive Energie, wie die eines Kondensators, verwandelt  
würde. In dieser Form könnte die Kriegsenergie ohne Kraftaufwand  
erhalten werden; sie könnte viel geringer sein, und wäre zur sel-  
ben Zeit doch von unvergleichlich grosserer Wirkungskraft.

Es ist unverkennbar zu bemerken, dass, was die Sicherheit  
eines Landes gegen feindlichen Überfall anstreift, diese nur von  
der verhältnismässigen, und nicht von der absoluten Anzahl der  
Individuen oder Grossesse der Nation abhängt, und dass, wenn jedes  
Land seine Kriegsmacht in gleichem Verhältnisse vermehrten würde,  
die Sicherheit unverändert bliebe. Weil nun aber im Laufe der  
gegenwärtig noch unvollkommenen Erziehung der Massen eine Kriegs-  
macht durchaus unumstösslich ist, schint es, dass ein internation-  
aler Vertrag, die Reduzierung der Macht auf ein Minimum bezweckend,  
der erste rationelle Schritt ist, der zur Verminderung der die  
menschliche Bevölkerung verzweigenden Kraft bemüht werden sollte.

Glücklicherweise kostet die bestehenden Zustände nicht  
unenormlich fortzuführen, denn ein neues Element faehrt ein, sich gel-  
mäßig zu machen. Eine Verbesserung ist bevorstehend, und ich werde  
jetzt versuchen zu zeigen, was nach meiner Ansicht der erste Schritt  
vermärscht zur Stiftung fröhlicher Verhältnisse unter den Natio-  
nen sein wird, und durch welche Mittel sie eventuell vollbracht  
werden wird.

Och wir zurück zu den frühesten Zeiten, als das Ge-  
setz des Stärkeren das einzige Gesetz war. Das Ideal der Vernunft  
war noch nicht entdeckt, und der Schwache war gewöhnlich in der  
Gewalt des Starken. Daraus führte der Schwache an zu lernen, sich zu  
verteidigen. Er benutzte <sup>an</sup> ~~die~~ <sup>an</sup> ~~die~~ <sup>an</sup> ~~die~~ Pfeile, Stein, <sup>und</sup> ~~oder~~ <sup>und</sup> ~~oder~~ Schlinge oder  
Pfeil mit Bogen, und mit demal wurde die Vernunft zum Hauptent-

scheidungsfaktor des Kampfes. Der wilde Charakter milderte sich allmähdlich durch das Erwachen seeliger Gefühle, und so sind wir unverkennlich, nach einer Freigabe höchstens ihres Kriegsrittes, von dem brutalen Geist der unverantwortlichen Tiere bei dem angelangt, was wir die "civilisierte Kriegsführung" der Regierung nennen, wo sich die Nachkämpfenden die Hand reichen, freundlich mit einander plaudern und in den Zwischenpausen zur eine Zigarette zusammen rauchen, bereit, auf ein Zeichen den tödlichen Kampf wieder aufzunehmen. Die Pessimisten mögen sagen was sie wollen, dies ist ein absoluter Beweis grossen und erfreulichen Fortschrittes.

Was ist aber noch die nächste Phase in dieser Entwicklung? Friede noch nicht, auf keinen Fall. Die meiste Anerkennung, die aus den modernen Entwicklungen hervorgingen sollte, sollte eine beständige Verminderung der Anzahl der in der Schlacht teilnehmenden Individuen sein. Die Apparate werden von spezifisch grosserer Kraft sein, aber es wird eine kleine Mannschaft zu ihrer Bedienung hinreichen. Diese Entwicklung wird eine Maschine oder einen Mechanismus als Element der Kriegsführung mehr und mehr in den Vordergrund bringen, und die absolute unvermeidliche Folge davon wird sein, dass die grossen, schwerfaeligen, langsam bewegbaren, schwer zu laufenden Einheiten aufgelöst werden. Grosssteiglichste Geschwindigkeit und radikalste Kraftlieferung werden bei den Kriegen werden zu den gewöhnlichen Verteilungen sein. Der Verlust am Leben wird zu einer Art Milder werden, und endlich, ~~et~~

indem die Anzahl der Maschinen sich ausserordentlich vermehrt, werden nur Maschinen sich in einem Wettkampf ohne Blutvergiessen bereitfinden, wenn die Maschinen nur als sehr impressionante, dramatische Zuschauer teil nehmen. Vom dieser geschichtlichen Zustand zur Wirklichkeit geworden ist, wird Friede gesichert sein. Aber bis zu welchem Grade der Volkswaffen mit Schnellfeuer-Geschro, Kanonen von außerordentlicher Kraft, Explosionsgeschosse, Torpedoboote und andere Feuersgefechte auch gebracht werden, wie zerstoerend sie auch gebräucht werden, jener Zustand kann nicht durch eine solche Entwicklung erreicht werden. Alle derartigen Gefaete erfordern Menschen zu ihrer Bedienung; Menschen sind unentbehrliche Teile der Maschinen. Ihr Zweck ist zu töten und zu zerstoeren. Ihre Kraft beruht auf ihrer Tückigkeit, Unheil anzurichten. So lange als Menschen sich in der Schlacht bewegen, wird es Blutvergiessen geben. Blutvergiessen wird immer barbarische Leidenschaften aufrecht erhalten. Um diese wilden Gewaltste zu bändigen muss eine gründliche Aenderung vorgenommen werden, es muss ein ganzlich neues Prinzip eingeführt werden, etwas das vorher noch nie in der Kriegsführung existierte - ein Prinzip, welches gewaltsam, unvermeidlich, die Schlacht zu einem blossen Schauspiel, einem Spiel machen wird. Um dieses Prinziplatat zu beizuführen, müssen Menschen unnötig gemacht werden: Maschine muss gegen Maschine kämpfen. Aber wie das scheinbar unmöglich erreichen? Die Antwort ist einfach genug: es muss eine Maschine erzeugt werden, die standhaft ist zu handeln, als ob

sie ein Teil eines menschlichen Wesens wäre - nicht eine bloße mechanische Vorrichtung, bestehend aus Fleisch, Sehnen, Knochen, Rippen und nichts weiter, sondern eine Maschine, in welcher ein höheres Prinzip verkörpert ist, welches sie befähigen wird, ihre Pflichten zu erfüllen als hätt' sie Vernunft, Erfahrung, Verstand, Urteilskraft, ja einen Geist! Diese Schlussfolgerung ist das Ergebnis meiner Gedanken und Überlegungen, die sich tatsächlich durch mein ganzes Leben erstreckt haben, und ich werde nun kurz beschreiben, wie ich dazu kam das zu vollbringen, was anfangs ein Traum zu sein schien, der nicht zur Wirklichkeit werden konnte.

Vor langer Zeit, als ich ein Knabe war, war ich mit einem saltischen Leiden behaftet, welches von einer außergewöhnlichen Reizbarkeit der Netzhaut hergerückt zu haben scheint. Dies war das Erstaunen von Bildern, welche durch ihre Einheitlichkeit das Nennen wirklicher Gegenstände erschwerten und klares Denken verhinderten. Wenn ein Wort zu mir gesprochen wurde, pflegte das Bild des Gegenstandes, welchen es bezeichnete, deutlich vor meinen Augen zu erscheinen, und oft war es mir unmöglich zu sagen, ob der Gedank, den ich sah, wirklich war oder nicht. Dies verursachte mir viel Unannehmlichkeit und Angst, und ich gab mir grosse Mühe, diesen Zauber abzuschwütteln. Aber eine lange Zeit waren meine Vorstellungen vergaßt, und erst als ich zwölf Jahre alt war, wie ich mich noch deutlich erinnere, gelang es mir zum ersten Male, durch

Willenskraft ein Bild, welches mir erschien, zu verbauen. Ich wurde mich nie so vollkommen glücklich fühlen, als damals, aber zu meinen Leidwesen, (als welches ich es zu jener Zeit empfand) kehrte das alte Leiden zurück, und mit ihm meine Besorgnis. Hier nahmen die Beobachtungen, auf die ich Bezug habe, ihren Anfang. Ich machte nämlich die Wahrnehmung, dass jedes mal, wenn das Bild eines Gegenstandes vor meinen Augen erschien, ich etwas gesehen hatte, was mich an denselben erinnerte. Zuerst glaubte ich, dies sei nur Zufall, aber bald überzeugte ich mich, dass dies nicht der Fall war. Ein Eindruck auf das Auge, ob wissentlich oder unwillentlich empfangen, ging ohne Ausnahme dem Er scheinen des Bildes vorher. Allmählich entstand in mir das Verlangen, jedes mal ausfindig zu machen, was das Er scheinen der Bilder verursachte, und die Befriedigung dieses Verlangens wurde bald zur Notwendigkeit. Die nachste Beobachtung, welche ich machte, war, dass auf dieselbe Weise wie diese Bilder verursacht wurden durch etwas, das ich gesehen hatte, auch den Gedanken, die sich in mir bildeten, ihr Ursprung liefern würde.

Wiederum versuchte ich das Verlangen das Bild zu bestimmen, welches den Gedanken Anlass gab, und dieses Suchen nach dem ursprünglichen Gesichtseindruck wurde bei mir zur zweiten Gewohnheit. Mein Geist wurde so zu sagen automatisch, und nach Jahren länger, fast unbewusster Verrichtung vermochte ich jedes mal, und in der Regel augenscheinlich, den Gesichtseindruck zu bestimmen, der einen Gedanken angeregt hatte. Das ist jedoch nicht alles. Es dauerte nicht

lunge die ich mir bewusst war, dass sich alle meine Bewegungen in gleicher Weise vorwiesen werden, und indem ich so jahraus jahrein beständig suchte, beobachtete und bestätigte, bowies ich zu meiner vollkommenen Genugtuung, und beweise täglich durch jeden meiner Gedanken und jede meiner Handlungen, dass ich ein mit Bewegungskraft ausgestatteter Automat bin, der auf ~~äußere~~, die Sinnesorgane treffende Anregungen anspricht, und denkt und handelt und sich dergemäss bewegt. Ich erinnere aus meinem ganzen Leben nur einen oder zwei Falle, in denen ich nicht den ursprünglichen Eindruck, der einem Gedanken oder einer Bewegung, oder sogar einen Traum veranlasste, nicht bestimmen konnte.

Angesichts dieser Erfahrungen war es ganz natürlich, dass ich schon vor langer Zeit auf den Gedanken kam, einen Automaten zu konstruieren, der mich mechanisch darstellen würde und der wie ich, aber selbstverständlich auf viel primitivere Weise, auf Einflüsse von Außen her ansprechen würde. Solch ein Automat musste offenbar Triebkraft, Fortbewegungsorgane, Lenkorgane und ein oder mehrere empfindliche Organe besitzen, die so beschaffen waren, dass sie durch äusserliche Stimuli erregt werden könnten. Diese Maschine, folgerte ich, würde sich bewegen nach Art eines lebenden mechanischen Wesens, denn sie würde alle hauptsächlichsten Eigenschaften und Elemente desselben besitzen. Es fehlte jedoch noch das Wachstum und das Lust, um Fortpflanzungsvermögen, und vor allen dem ~~Leben~~ das Modell.

vollständig zu machen. Aber das Modell war in diesem Falle nicht möglich, weil so ein Segen eine gewöhnliche Maschine fabriziert werden konnte. Was das Pflanzensystem bewirken musste, so konnte es gleichfalls außer Acht gelassen werden, denn bei den mechanischen Modellen bedeutete dies nur ein Fabrikationsverfahren. Ob der Automat aus Fleisch und Knochen, oder Holz und Stahl bestand, war von geringer Bedeutung, vorausgesetzt dass er alle von ihm verlangten Dienste verrichten konnte wie ein intelligentes Wesen. Um dies zu tun, musste er ein dem Geiste entsprechendes Element besitzen, das die Beherrschung aller seiner Bewegungen und Handlungen bewirken und ihm verlassen würde, in irgend einem unvorhergesehenen Falle mit Kenntnis, Vernunft, Urteilskraft und Erfahrung zu handeln.

Aber dieses Element könnte ich leicht in ihm verkörpern, indem ich auf <sup>h</sup> meine eigene Intelligenz, meinen eigenen Verstand übertrug. So wurde diese Erfindung entwickelt, und so wurde eine neue Kunst ins Leben gerufen, für welche der Name "Telautomatik" vorgeschnitten worden ist, das bedeutet, die Kunst die Bewegungen und Handlungen entfernter Automaten zu beherrschen.

Dieses Prinzip lässt sich offenbar anwenden auf irgend eine Maschine, die sich auf dem Lande, im Wasser oder in der Luft bewegt. Bei seiner ersten praktischen Anwendung wählte ich ein Boot (s. Fig. 3). Hier in derselben dargestellte Sammelkettwelle lieferte die Triebkraft. Die durch einen Motor angetriebene

Schreube stellte die Fortbewegungsorgane dar. Das Steuerruder, ebenfalls von einem von der Gummiballtrieb gespeisten Motor kontrolliert, nahm die Stelle der Lenkorgane ein. Was das empfindliche Organ betrifft, war augenscheinlich der nachstliegende Gedanke, eine gegen Licht empfindliche Vorrichtung, wie eine Selenzelle, zu benutzen, welche das menschliche Auge vertreten werden. Aber bei nacherer Untersuchung fand ich, dass experimenteller und anderer Schwierigkeiten wegen durch Licht, Wetterstrahlen, Hertz'sche Strahlungen, oder Strahlen im allgemeinen, das heisst, Strömungen welche sich in gerader Linie im Raum fortpflanzen, keine vollig befriedigende Kontrolle des Automaten bewerkstelligt werden konnte. Einer der Gründe dafuer war, dass irgend ein zwischen den Beobachtern und den Automaten kommender Gegenstand diesen seiner Kontrolle entziehen würde. Ein weiterer Grund war, dass die empfindliche Vorrichtung, welche das Auge vorstellte, mit Bezug auf den Kontrollierapparat eine bestimmte Stellung einnehmen musste, und diese Notwendigkeit würde der Kontrolle grosse Hindernisse in den Weg stellen. Noch ein anderer und sehr wichtiger Grund war, dass bei der Anwendung von Strahlen es sehr schwierig, wenn nicht unmöglich sein würde, dem Automaten individuelle Eigenschaften oder Merkmale zu verleihen, die ihn von anderen Maschinen dieser Art unterscheiden würden. Der Automat sollte offenbar nur auf einen besondern Ruf antworten, ähnlich wie eine Person auf einen Namen antwortet. Erstrebungen dieser Art brachten mich zu dem Entschluss

dass das empfindliche Organ der Seele nicht wichtiger dem Ohr als dem Auge eines menschlichen Wesens bleibet zu sein sollte, denn in diesem Falle konnten ihre Handlungen trotz geistischen Kontrader Hindernisse, ungeachtet ihrer Stellung mit "Ausicht auf den fewren Kontrollierer" operat beherrscht werden, und endlich, was nicht am wenigsten wichtig ist, wuerde sie wie ein treuer Diener fuer jeden andern - Pf als den ihres Herren taub bleiben und ihn unbeachtet lassen.

Diese Prfordernisse machten es unabdingt notwendig, zur Kontrolle des Antagonisten anstatt Licht- oder anderer Strahlen Wellen oder Stoerungen anzuwenden, die wie der Schall sich nach jeder Richtung im Raum fortpflanzen, oder den Weg des geringsten Widerstandes, wie auch immer gekrummt, verfolgen. Ich erreichte das gewünschte Resultat mittels eines in dem Bodte angebrachten elektrischen Stromkreises, der auf die von einem kleinen "elektrischen Oscillator" auf ihm uebertragenen elektrischen Schwingungen geeigneter Art genau adjustiert oder "abgestimmt" war. Dieser Stromkreis, indem er auf die uebertragenen Schwingungen ansprach, wenn auch noch so schwach, betaeigte Magnete und andere Vorrichtungen, durch welche die Bewegungen der Schraube und des Spieerruders, sotid auch der Petrich zahlreicher anderer Apparate beherrscht wurden.

Auf die oben beschriebene einfache Weise wurden die Kenntnisse, die Erfahrung, das Urteilsschmogen - so zu sagen der Geist des <sup>Dirigenden</sup> Formen ~~Lebewesen~~ in jener Maschine verkörpert, und es wurde ihr so die Fähigkeit verliehen, alle ihre Handlungen mit Vernunft und

intelligenz auszuführen. Sie benahm sich genau wie eine Person mit verbundenen Augen, die durch das ihr aufgetragenen Anstrengungen sehr leicht.

Sie bildet Konstruktionen, welche ich kann es zu sagen einen "eigengen Geist", da jeder davon kann nur ein Teil vor dem Dirigenten, der ihnen seine intelligenten Befehle sendet; aber das ist nur der Anfang dieser Kunst, es ist meine Absicht zu beweisen, wie unmöglich es eigentlich auch sei können mag, dass ein Automat erdacht werden kann, der seinen "eigenen Geist" haben wird. Damit meine ich, dass er für keine sein wird, unabhängig von dem Operateur, sich geistlich selbst überlassen, unter Einfluss von späteren Eindrücken auf seine empirischen Organe eine grosse Anzahl verschiedener Handlungen und Bewegungen auszuführen, als ich er verstand habe. Er wird also nicht mein, einen verschriebenen Kurs zu verfolgen oder Befehlen zu gehorchen, welche lange Zeit vorher gegeben wurden; er wird ferner sehr zu unterscheiden zwischen dem, was er tun und was er nicht tun sollte, und Erfahrungen zu machen oder, sacerdotumque misticum mit einem Worts, Eindrücke festzuhalten, die auf seine zukünftigen Handlungen einen bestimmten Einfluss haben werden. Natürliche habe ich schon einen solchen Plan ersonnen.

Obgleich ich diese Erfindung schon vor vielen Jahren entwickelt und sie bei vielen Laboratoriumssitzungen meinen

es einen Haufen erklarte, wurde sie erst viel später öffentlich bekannt, lange nachdem ich die erste Illustration habe, ~~als~~ <sup>worauf</sup> natürlich zu vieler Diskussion und generationellen Verachtung Anlass gab. Aber die wissenschaftliche Bedeutung dieser neuen Kunst wurde von den meisten Freunden nicht begriffen, und auch die grosse Färbt des Prinzips, auf dem sie beruhte, wurde nicht erkannt. Nach den zahlreichen, damals erschienenen Monographien zu urtheilen wurden die von mir erreichten Resultate aber völlig unmöglich gehalten. Sogar die Wenigen, die ~~gesehen~~ waren die Ausführbarkeit der Erfindung zu urtheilen, sahen in derselben nur einen Automobil-Torpedo, der zum Spritzen von Kriegsschiffen abfeuert werden sollte, und dies nur mit zweifelhaftem Erfolge. Die allgemeine Meinung war, dass ich nur das Stören solcher Fahrzeuge vermittelst Hertz'scher oder andern Wellen beabsichtigte. Es giebt Torpedos, die elektrisch durch menschliche gesteuert werden, und es giebt Mittel, sich ohne Draht zu verstaendigen, und diese Folgerung war deshalb natürlich. Hätte ich weiter nichts vollbracht als dies, so hätte ich in der Tat einen einzigen Fortschritt gemacht. Aber die Kunst, die ich gepräget habe, bezweckt nicht nur die Richtungsänderung eines sich bewegenden Fahrzeuges, die gewahrt auch die Mittel, alle die unzulänglichen translatorischen Bewegungen, sowie alle Handlungen der inneren Organe eines individualisierten Aufwachens, und seien sie noch so zährlisch, abzolegen und in jeder Weise zu kontrollieren.

Es werden Fortschritte gemacht in dem Sinne, dass die Kontrolle des Autisten verändert werden kann, von Letzteren, die sich nicht einmal erinnern lassen, welche unerwünschte Resultate durch Anwendung elektrischer Schwingungen erzielt werden können. Die Welt schreitet langsam vorwärts, und neue Wahrheiten sind schwer zu verstehen.

Es ist gewiss, dass durch Anwendung dieses Prinzips eine ~~Angriffs-~~ <sup>Angriffs-</sup> ~~waffe~~ soviel als Verteidigungswaffe geschaffen werden kann, deren Korsteuerungskraft um so grosser ist, weil das Prinzip auf universalische und auch auf Luftfahrtzwecke anwendbar ist. Die Länge von Sprengstoff, mit dem sie gefüllt ist, und die Menge, auf welche sie treffen kann ist tatsächlich unbegrenzt, und ein Verfehlen des Ziels ist fast unmöglich. Aber die Nachteile dieses neuen Prinzips bestehen nicht gering und gar in seiner Korsteuerungsfähigkeit. Seine Ankunft bringt in die Kriegsführung ein Element, welches nie vorher existierte - eine kämpfende Maschine ohne Beziehung als Angriffs- und Verteidigungsmittel. Beständige Entwicklung in dieser Richtung muss endlich den Krieg zu einem blößen Kampf zwischen Maschinen machen, ohne Menschen und ohne Blutvergießen - ein Zustand, der ohne diese Neuerung unmöglich gewesen wäre und der, nach meiner Meinung, als Einleitung zu dauerndem Frieden erst erreicht werden muss. Die Zukunft wird diese Ausichten entweder beweisen oder widerlegen. Ich habe keine Ansichten über diesen Gegenstand gewusst und lieber schweigend, aber mit einem Gefühl der Dringlichkeit.

Die Sprache der Kultur ist die Sprache der Freundschaft und der Verständnis unter den Völkern wird auf die wirksamste Weise die Kraft vermindern, welche die menschliche Rasse verzögert, und werden die beste Lösung dieses grossen ungelöschlichen Problems sein. Aber wird der Traum des Weltfriedens sich je verwirklichen? Wir wollen es hoffen. Wenn alle Einsteins ~~wurde~~ durch das Richt der Wissenschaft vertrieben ist, wenn alle Religionen in eine einzige verschmolzen sind, und wenn Patriotismus und Religion Eines sind, wenn es nur eine Sprache, ein Land, ein Ziel giebt, dann wird der Traum zur Wirklichkeit geworden sein.

Das dritte Problem: Wie kann die Kraft, welche die menschliche Rasse beschleunigt, gesteigert werden - Die Ausnutzung der Energie der Sonne.

Von den drei möglichen Lösungen des Hauptproblems der Erhöhung menschlicher Energie ist diese bei weitem die wichtigste, die in Betracht gezogen werden muss, nicht nur wegen ihrer wesentlichen Bedeutung, sondern auch wegen ihrer innigen Verwandtschaft mit den vielen Elementen und Bedingungen, welche die Bewegung der Menschheit bestimmen. Um systematisch zu verfahren, würde es noetig sein, bei allen jenen Betrachtungen zu verweilen, welche mir in meinen Bemühungen zu einer Lösung zu gelangen von Anfang an und bei jedem Schritt als Leitfaden gedient und mich zu den Resultaten geführt haben, die ich nun beschreiben werde. Als Einleitung zu den Studien des Problems würde eine analytische Untersuchung der hauptsächlichsten, die Verwertsbewegung der Menschheit bestimmenden Kraefte, wie ich sie gemacht habe, von Vorteil sein, besonders um eine Vorstellung zu gewähren von jener hypothetischen "Geschwindigkeit", die, wie im Anfange erklärt, ein Maass menschlicher Energie ist; aber hier spezifisch darauf einzugehen, wie ich möchte, würde mich weit über die Grenzen dieses Gegenstandes hinaus führen. Es genüge deshalb, wenn ich sage, dass die Resultante aller dieser Kraefte immer in die Richtung der Verminit fällt, die zu jeder Zeit die Richtung der menschlichen Bewegung bestimmt. Das heisst, alles wissenschaftlich angewandte, vermessige, nutzliche oder prakti-

sche Streben muss in der Richtung stattfinden, in welcher sich die Masse bewegt. Der praktische, vernünftige Mann, der Beobachter, der Geschäftsmann, derjenige der nachdenkt, überlegt oder im Voraus bestimmt, wendet sorgfältig seine Kräfte so an, dass, wenn sie zur Wirkung gelangen, sie in die Richtung der Bewegung fallen und macht so seine Arbeit am ergiebigsten, und in dieser Kenntnis und Fähigkeit besteht das Geheimnis des Erfolgs. Jede neu entdeckte Tatsache, jede neue Erfahrung oder jedes neue Element, welches unserer Kenntnis hinzugefügt wird und in den Bereich der Vernunft gehört, beeinflusst dieselbe und ändert deshalb die Richtung der Bewegung, die jedoch immer in der Richtung der Resultante aller derjenigen Bestrebungen stattfinden muss, die <sup>wir</sup> zu der entsprechenden Zeit als vernünftig, das heißt, selbst-haltend, nützlich, vorteilhaft oder praktisch bezeichnen. Diese Bestrebungen beziehen sich auf unser tägliches Leben, unsere ~~Kinder~~ Bedürfnisse und Bequemlichkeiten, unsere Arbeit und unser Geschäft, und diese sind es, die den Menschen vorwärts treiben.

Aber wenn wir um uns her schauen auf all dieses geschäftige Treiben der Welt, auf diese bunt zusammengesetzte Masse, wie sie täglich pocht und sich bewegt, was ist sie anders, als ein ungemeines, von einer Feder betriebenes Uhrwerk? Des Morgens, wenn wir aufstehen, können wir nicht umhin zu bemerken, dass alle Gegenstände um uns her von Maschinen fabrikiert sind: das Wasser, wel-

ches wir gebrauchen, wird durch Dampfkraft gehoben; die Zuege bringen unser Fruehstueck aus fernen Gegenlaendern; die Fahrstuehle in unserer Wohnung und in unserem Bureaugebaeude, die Bahnwagen die uns dorthin befordernd werden alle durch Kraft angetrieben; bei allen unsren taeglichen Gaengen, in unserm ganzen Lebensberuf sind wir auf sie angewiesen; alle Gegenstaende die wir sehen reden davon; und wenn wir des Abends in unsere von Maschinen angefertigte Wohnung zurueckkehren, damit wir es nicht vergessen, werden wir von allen koerperlichen Bequemlichkeiten unseres Heims, unserer freundlichen Lampe, unserm warmen Ofen daran erinnert, wie sehr wir von Kraft abhaengig sind. Und wenn durch einen Zufall eine Stockung der Maschinerie eintritt, wenn die Stadt eingeschneit ist oder die Leben-erhaltende Bewegung durch irgend eine andere Ursache unterbrochen wird, machen wir mit Schrecken die Wahrnehmung, wie unmöglich es sein würde, eine Leben zu führen wie wir es führen ohne Triebkraft. Triebkraft bedeutet Arbeit. Die Kraft vermehren, welche die menschliche Masse beschleunigt, bedeutet deshalb soviel als mehr Arbeit leisten.

So finden wir, dass die drei möglichen Lösungen des grossen Problems, die menschliche Energie zu erhöhen, beantwortet werden mit den drei Worten: Nahrung, Friede, Arbeit. Jahrrelang habe ich nachgedacht und gesonnen, mich in Theorien und Spekulationen verloren bei der Anschauung, dass der Mensch eine von einer Kraft bewegte Masse sei, indem ich seine unerklärliche Bewegung in

mechanischen  
dem Lichte einer mechanischen betrachtete und die einfachen Grund-  
saetze auf dieselbe anwandte, bis ich zu diesen Loesungen gelangte,  
nur um wahrzunehmen, dass sie mir in meiner fruehesten Kindheit ge-  
lehrt wurden. Diese drei Worte schlagen die Grundtoene der christ-  
lichen Religion an. Ihre wissenschaftliche Bedeutung und ihr Zweck  
sind mir nun klar: Nahrung zur Vermehrung der Masse, Friede zur  
Verminderung der Verzoegerungskraft, und Arbeit zur Steigerung der  
Kraft, welche die menschliche Bewegung beschleunigt. Diese drei  
Loesungen jenes grossen Problems sind die einzigen, die moeglich  
sind, und alle haben einen Zweck, ein Ziel, nemlich die Erhoehung  
menschlicher Energie. Wenn wir dies erkennen, koennen wir nicht  
umhin, uns darueber zu wundern, wie hochweise und wissenschaftlich  
und wie ungehoer prakisch die christliche Religion ist, und in  
welch scharfem Kontrast sie in dieser Beziehung anderen Religionen  
gegenueber steht. Sie ist unzweifelhaft das Resultat praktischen  
Experimentes und wissenschaftlicher Beobachtungen, die sich durch  
eine Ewigkeit erstreckt haben, waehrend andere Religionen das Ergeb-  
rein abstrakten Nachdenkens zu sein scheinen. Arbeit, unermuedli-  
~~nutzbringende und zielbewusste~~  
~~Anstrengung, nutzlich und anmauernd, mit Zwischenpausen der~~  
Ruhe und Erholung zur Erzielung groesserer Wirksamkeit, ist ihr  
hauptsaechlichstes und immer wiederkehrendes Gebot. So werden wir  
vom Christentum sowol als von der Wissenschaft angespornt, unser  
Aeuwerstes zu tun, um die Leistung der Menschheit zu vermehren.  
Dieses allerwichtigste menschlicher Probleme werde ich nun spezi-  
fisch behandeln.

Die Quelle der menschlichen Energie - Die drei Wege Energie von der Sonne zu gewinnen.

Stellen wir zuerst die Frage: Woher kommt alle Triebkraft? Was ist die Triebfeder, die alles treibt? Wir sehen das Meer steigen und fallen, die Stroeme fliessen, den Wind, Regen, Hagel und Schnee gegen unsere Fenster schlagen, die Zuege und Dampfer kommen und gehen; wir hoeren das Gerassel der Wagen, die Stimmen auf der Strasse; wir fuehlen, riechen und schmecken; und wir denken nach ueber all dieses. Und alle diese Bewegung, von der Brandung des mächtigen Ozeans bis zu der ungemein feinen Bewegung, die bei unserm Denken stattfindet, hat einen gemeinsamen Ursprung. Alle diese Energie geht aus von einem einzigen Mittelpunkt, entfliesst einer einzigen Quelle - der Sonne. Die Sonne ist die Feder, die alles treibt. Die Sonne erhebt alles menschliche Leben und liefert alle menschliche Energie. Nun haben wir noch eine Antwort auf die obige grosse Frage gefunden : die Kraft vermehren, welche die menschliche Bewegung beschleunigt bedeutet einen grosseren Teil der Energie der Sonne in den Dienst der Menschheit stellen. Wir ehren und wuerdigen jene grossen Maenner vergangener Zeiten, deren Namen mit unsterblichen Errungenschaften verkettet sind, die sich als Woltaeter der Menschheit bewiesen haben - den Reformator der Religion mit seinen weisen Lebensregeln, den Philosophen

mit seinen tiefen Wahrheiten, den Mathematiker mit seinen Formeln, den Physiker mit seinen Gesetzen, den Entdecker mit seinen Grundsaetzen und Geheimnissen, die er der Natur abgerungen hat, den Kuenstler mit seinen Formen des Schoenen; aber wer ehrt ihn, den groessten von allen, - wer kann seinen Namen nennen, - der zuerst die Energie der Sonne benutzt hat, um die Kraefte eines schwachen Brudergeschoepfes zu schonen? Das war das Menschen erstt wissenschaftlich philanthropische Handlung, und sie hat Folgen gehabt, die unberechenbar sind.

Von Anfang an standen dem Menschen drei Wege offen, Energie von der Sonne zu gewinnen. Wenn der Wilde seine frierenden Glieder waermte an einem Feuer, das er auf irgend eine Weise entzündet hatte, bediente er sich der in dem brennenden Materiale aufgespeicherten Sonnenenergie. Wenn er ein Buendel Reisig in seine Hoehle trug und es dort verbrannte, benutzte er die aufgespeicherte Sonnenenergie nachdem er sie von einem Orte nach einem andern geschafft hatte. Wenn er auf seinem Kande ein Segel aufspannte, machte er Gebrauch von der Energie, mit welcher die Sonne die Atmosphare und das umgebende Medium versorgt. Der erste ist unzweifelhaft der aelteste Weg. Ein zufaellig gefundens Feuer lehrte den Wilden dessen woltuende Waerme zu schaetzen. Dann kam ihm sehr wahrscheinlich der Gedanke, die gluehenden Kohlen in seine Wohnung zu tragen. Und endlich lernte er die Kraft eines schnellen Wasser- oder Luftstromes benutzen. Es ist eigentuemlich, dass der moderne

Fortschritt sich in derselben Reihenfolge vollzogen hat. Die Verwertung der in Holz oder Kohle, oder in Brennmaterialien im allgemeinen, aufgespeicherten Energie führte zu der Dampfmaschine. Zunächst wurde in dem Transport von Energie ein grosser Schritt vorwaerts gemacht durch die Anwendung der Elektrizität, die es ermöglichte, <sup>Energie</sup> von einem Orte nach einem andern zu uebertragen ohne das Material fortzuschaffen. Aber in Bezug auf die Ausnutzung der Energie des umgebenden Mediums ist ein gründlicher Fortschritt noch nicht bekannt gemacht worden.

Die endlichen Resultate der Entwicklung in diesen drei erstens, Richtungen sind: ein Verfahren, Kohle in einem Elemente kalt zu verbrennen; zweitens, wirtschaftliche Ausnutzung der Energie des umgebenden Mediums; und drittens, Uebertragung elektrischer Energie auf irgend eine Entfernung ohne Drahte. Auf welche Weise diese Resultate auch immer erzielt werden, zu ihrer praktischen Verwendung wird der Gebrauch von Eisen in ausgedehntem Maasse unbedingt noetig sein, und dieses wertvolle Metall wird in der ferneren Entwicklung auf diese drei Gebieten eine wesentliche Rolle spielen. Solite es uns gelingen Kohle durch ein kaltes Verfahren zu <sup>ver</sup>brennen und so auf wirtschaftliche und billige Weise elektrische Energie zu erzeugen, so werden zu vielen praktischen Verwendungen dieser Energie Elektromotoren - d. h. Eisen - erforderlich sein. Wenn es uns gelingt, Energie aus dem umgebenden Medium zu gewinnen, werden wir sowohl zur Erzeugung als auch zur Verwertung der Energie Maschinen

- wiederum Eisen - benoetigen. Wenn wir die Uebertragung elektrischer Energie ohne Draht auf industrialлом Maassstabe zustande bringen, werden wir gezwungen sein, von elektrischen Generatoren - nochmals Eisen - ausgedehnten Gebrauch zu machen. Was wir auch immer tun moegen, in der nahen Zukunft wird das Eisen wahrscheinlich bei allen Errungenschaften das Hauptmittel sein, moeglicherweise in noch groesserem Maasse als in der Vergangenheit. Wie lange es die Oberhand behalten wird, ist schwer zu sagen, denn sogar schon jetzt erhebt sich in der Ferne das Aluminium als ein drohender <sup>Mittlerwerber</sup> Gegner. Aber fuer die Gegenwart ist es neben der Verschaffung neuer Energiequellen von der grossten Wichtigkeit, in der Herstellung und Verwendung des Eisens Verbesserungen zu machen. In diesen letzten Richtungen sind grosse Fortschritte moeglich, die, wenn sie bewerkstelligt werden, die nuetzliche Arbeitsleistung der Menschheit ungckauer steigern wuerden.

Das Eisen gewahrt grosse Moeglichkeiten zur Vergroesserung menschlicher Leistung - Ungeheure Verluste bei der Herstellung des Eisens.

Eisen ist bei weitem der wichtigste Faktor des modernen Fortschrittes. Es traegt mehr bei zu der Kraft, welche die menschliche Bewegung beschleunigt, als irgend ein anderes Kulturprodukt. So allgemein wird dieses Metall gebraucht und so innig ist es verknuepft mit allem, was unser Leben anbetrifft, dass es uns so unentbehrlich ist, wie die Luft, die wir atmen. Sein Name ist gleichbedeutend mit Nuetzlichkeit. Aber wie gross auch der Einfluss sei, den das Eisen auf die gegenwaertige menschliche Entwicklung ausuebt, es vermehrt die Kraft, die den Menschen vorwaerts treibt, doch nicht annaehernd in dem Maasse, als <sup>die</sup> moeglich waere. Erstens ist seine Fabrikation, wie jetzt betrieben, mit entsetzlicher Verschwendungen von Brennmaterial - das heisst Energieverschwendungen - verbunden. Dann wiederum wird nur ein Teil des gesamten erzeugten Eisens zu nuetzlichen Zwecken verwendet. Ein bedeutender Teil veroeascht Reibungswiderstaende, waehrend ein zweiter grosser Teil das Mittel zur Entwicklung negativer Kraefte ist, welche die menschliche Bewegung sehr verzoegern. So wird die negative Kriegskraft fast gaenzlich ~~im~~ <sup>durch</sup> Eisen dargestellt. Es ist unmoeglich, die Groesse dieser wichtigsten aller Verzoegerungskraefte auch nur annaehernd abzuschaczen, aber sie ist gewiss sehr betrachtlich. Wenn die

jetzige positive, auf allen nutzlichen Anwendungen des Fisens beruhende Triebkraft beispielsweise durch die Zahl zehn dargestellt ist, wuerde ich es nicht fuer uebertrieben halten, die negative Kriegskraft mit Ruecksicht auf alle ihre verzogerten Einflusse und Resultate auf etwa sechs festzustellen. Auf Grund dieser Schaezung waere der Unterschied zwischen diesen beiden Zahlen, naemlich vier, das Maass der effektiven Triebkraft des Fisens nach der positiven Richtung. Wenn aber durch die Stiftung allgemeinen Friedens die Fabrikation von Kriegsmaschinen aufhoerete ~~wurde~~, und der Kampf um die Oberherrschaft zwischen den Voelkern in gesunde, nic ruhende und nutzbringende Handelskonkurrenz verwandelt wuerde, dann wuerde die Summe dieser beiden Zahlen, naemlich sechzehn, das Maass der vom Eisen herruehrenden positiven Triebkraft sein. - das heisst, diese Kraft wuerde vier mal ihren jetzigen Wert haben. Dieses Beispiel ist natuerlich nur dazu bestimmt eine Idee zu geben von der unglaublichen Steigerung der nutzlichen Arbeitsleistung der Menschheit, die durch eine gruendliche Reform derjenigen Eisenindustrien, welche die Kriegsapparate liefern, verursacht werden wuerde.

Ein aehnlicher unschaetzbarer Vorteil wuerde dem Menschen dadurch erwachsen, dass er die ihm zur Verfugung stehende Energie spart, indem er die grosse Kohlenverschwendung beseitigt, die mit den jetzigen Methoden der Eisenfabrikation untrennbar verbunden ist. In einigen Laendern, wie in Grossbritannien, fangen die

schaedlichen Wirkungen dieser Brennmaterial-Vergeudung schon an, sich fuchbar zu machen. Der Preis der Kohle ist in bestuerdigem Steigen begriffen, und die Armen muessen mehr und mehr leiden.

Wenn wir auch noch weit von der befuerchteten "Erschoepfung der Kohlengruben", entfernt sind, gebietet uns doch die Menschenliebe, neue Verfahren zur Herstellung des Eisens zu erfinden, welche nicht mit einer so barbarischen Verschwendig d<sup>er</sup> dieses kostbaren Materials,

d<sup>er</sup> grössten Teil aus dem wir gegenwaertig die meiste unserer Energie schoepfen, verbunden sind. Es ist unsere Pflicht gegen die zukuenftigen Menschen- geschlechter, diesen Fnergievorrat fuer sie unberueckt zu hinterlassen, oder doch wenigstens ihn nicht anzugreifen, bis wir Methoden zu oekonomischerer Verbrennung der Kohle vervollkommen haben.

notwendiger Erneuerung Unsere Nachkommen werden das Brennmaterial groesser neetig haben als wir. Wir sollten instande sein, das Eisen, welches wir gebrauchen herzustellen, indem wir die Energie der Sonne benutzen, ohne ueberhaupt Kohle zu vergeuden. Um dieses Ziel zu erreichen, ist natuerlich vielen der Gedanke gekommen, von Wasserfaellen erzeugte elektrische Stroeme zum Schmelzen der Fisenerze zu benutzen. Ich

selbst habe nicht lange Zeit bemucht, ein praktisches Verfahren zu entwickeln, welches es moeglich machen wuerde, Eisen <sup>mit</sup> zu geringen Kosten herzustellen. Nach einer laengeren Untersuchung dieses Ge genstandes, wobei ich fand, dass es sich nicht lohnte, elektrische Stroeme unmittelbar zum Schmelzen der Erze zu verwenden, ersann ich eine Methode, die viel oekonomischer ist.

Oekonomische Eisen-Przeugung nach einem neuen  
Verfahren.

Der praktische Plan, den ich vor sechs Jahren ausarbeite-  
te, hatte den Zweck, durch die Energie eines Wassereffalles erzeugte-  
elektrische Stroeme zu ~~verwenden~~ benutzen, diese jedoch nicht unmit-  
telbar zum Schmelzen des Erzes zu verwenden, sondern vorlaufig  
Wasser durch sie zu zersetzen. Um die Anlagekosten zu verringern,  
beabsichtigte ich, die Stroeme durch ausserordentlich billige und  
einfache Dynamomaschinen, die ich zu diesem besonderen Zwecke ent-  
warf, zu erzeugen. Der durch die elektrolytische Zersetzung be-  
freite Wasserstoff sollte verbrannt, oder mit Sauerstoff wiederver-  
bunden werden, jedoch nicht mit dem, von welchem er sich getrennt  
hatte, sondern mit dem der Atmosphaere. So wurde fast die gesam-  
te, in der Zersetzung des Wassers aufgebrauchte elektrische Energie  
in der Form von Waerme, verursacht durch die Wiederverbindung des  
Wasserstoffes, zurueckgewonnen werden. Diese Waerme sollte zum  
Schmelzen des Erzes verwendet werden. Den bei der Zersetzung des  
Wassers als Nebenprodukt gewonnenen Sauerstoff beabsichtigte ich  
fuer gewisse andere industrielle Zwecke zu verwerten, die wahrschein-  
lich guten Gewinn bringen werden, weil dies der billigste Weg  
ist, dieses Gas in grossen Mengen herzustellen. Jedenfalls koenn-  
te es gebraucht werden zur Verwendung aller moeglichen Abfaelle,  
billiger Kohlenwasserstoffe oder Kohle der schlechtesten Qualitaet,

die nicht in Luft verbrannte und auch sonst nicht gebraucht werden  
zum Schmelzen des Erzes  
koennen, und so wuerde wiederum eine bedeutende Waermemenge zur  
Verfuegung gestellt werden. Um die Oekonomie des Verfahrens noch  
weiter zu erhöhen, beabsichtigte ich eine Einrichtung zu ge-  
brauchen, durch welche das aus dem Ofen kommende heisse Metall und  
die Brennabfaelle ihre Waerme an das in den Ofen gehende kalte Erz  
abgeben wuerden, so dass bei dem Schmelzen verhaeltnismaessig wenig  
Waermeenergie verloren ging. Ich rechnete aus, dass nach dieser Mo-  
thode in einem Jahre wahrscheinlich vierzig tausend Pfund Eisen per  
Pferdekraft erzeugt werden koennten. Hierbei wurden diejenigen  
Verluste, die unvermeidlich sind, im weitgehendsten Maasse berueck-  
sichtigt, denn die obige Quantitaet ist nur etwa die Huelfte der  
theoretisch erreichbaren. Gestuetzt auf diese Schätzung und auf  
praktische Daten bezüglich einer gewissen Art von Eisenerz, welches  
in der Gegend der Grossen Seen in grosser Huelle vorhanden ist,  
fand ich, dass einschliesslich der Transport- und Arbeitskosten  
Eisen auf diese Weise billiger erzeugt werden koennte, als nach  
irgend einer der jetzt gebräuchlichen Methoden. Dieses Resultat  
wuerde um so sicherer erreicht werden, wenn der aus dem Wasser er-  
haltene Sauerstoff, anstatt zum Schmelzen des Erzes verbraucht zu  
werden, wie angenommen, vorteilhaftere Verwendung finden wuerde.  
Jeder neue Bedarf nach diesem Gase wuerde der Anlage ein grosseres  
Einkommen sichern und so das Eisen billiger machen. Dieser Plan  
wurde einzig im Interesse der Industrie vorgebracht. Eines Tages,

hoffe ich, wird sich aus der staubigen, runzlichen Chrysalide ein schöner, industrieller Schmetterling entpuppen.

Die Herstellung von Eisen aus Sanderzen ~~und Eisenmagnet~~<sup>durch einen</sup> magnetisches Scheidungsverfahren ist prinzipiell höchst empfehlenswert, weil sie keine Kohlenverschwendung bedingt; aber die Nutzlichkeit dieser Methode wird durch die Notwendigkeit das Eisen nachher zu schmelzen in grossem Maasse vermindert. Was das Zermalmen der Eisenerze arbetrifft, so würde ich es nur fuer rationell halten, wenn es durch Wasserkraft oder auf irgend eine andere Weise bewerkstelligt wird mit Energie, die ohne Verzehrung von Brennmaterial gewonnen worden ist. Ein elektrolytisches, kaltes Verfahren, welches es möglich machen würde, Eisen auf billige Weise auszuscheiden und ihm auch die gewünschten Formen zu geben, wäre nach meiner Ansicht ein sehr grosser Fortschritt in der Eisengewinnung. In Gemeinschaft mit einigen anderen Metallen hat das Eisen bisher der elektrolytischen Behandlung Widerstand geleistet, aber es ist nicht zu bezweifeln, dass schliesslich ein kaltes Verfahren die Stelle der jetzigen unvollkommenen Giessmethoden einnehmen und so die ungeheure Verschwending von Brennmaterial, abgesenkt werden wird, die das wiederholte Heizen der Metalle in den Giessereien nothig macht, abgeschafft werden wird.

Bis vor einigen Jahrzehnten bestand die Nutzlichkeit des Eisens fast gänzlich in seinen ausserordentlichen mechanischen

Eigenschaften, aber seit der Ankunft der praktischen Dynamomaschine und des elektrischen Motors hat sich sein Wert fuer die Menschheit sehr erhöht durch seine eigenartigen magnetischen Qualitäeten. Was diese anbetrifft, ist das Eisen in der letzten Zeit sehr verbessert worden. Der wirkliche Fortschritt begann vor etwa dreizehn Jahren, als ich entdeckte, dass durch die Anwendung weichen Bessemer-Stahls in einem Wechselstrom-Motoren anstatt des ueblichen Schmiede-Eisens die Leistungsfähigkeit der Maschine verdoppelt wurde. Ich machte Herrn Albert Schmid, damals Director einer auf diesem Gebiete taetigen Gesellschaft, auf diese Tatsache aufmerksam, und seinem unermüdlichen Anstrengungen und seiner Geschicklichkeit ist die Ueberlegenheit der amerikanischen elektrischen Maschinen in grossem Maasse zu verdanken. Auf meine Anregung baute er Transformatoren aus Stahl, und bei diesen zeigte sich gleichfalls eine merkliche Verbesserung. Die Untersuchung wurde dann unter der Leitung des Herrn Schmid systematisch fortgesetzt, die Unreinlichkeiten wurden allmähhlich aus dem "Stahl" (Stahl nur dem Namen nach, aber in Wirklichkeit reines, weiches Eisen) entfernt, und es ergab sich bald ein Produkt, welches nicht viel mehr verbessert werden konnte.

Das kommende Zeitalter des Aluminiums - Der Untergang  
~~der Kupferindustrie~~  
der Kupferindustrie - Das grosse Civilisierungsvermögen des neuen  
Metalls.

Mit den in der letzten Zeit gemachten grossen Fortschritten in der Herstellung des Eisens sind wir tatsächlich an der Grenze der Verbesserung angelangt. Wir können nicht hoffen, dass seine ~~Malleabilität~~ Zugfestigkeit, Flachzitaet, Haerte oder Dehnbarkeit erheblich verbessert werden wird, und auch steht nicht zu erwarten, dass es in Bezug auf magnetische Qualitäten viel besser gemacht werden wird. Neuerdings wurde ein bemerkenswerter Gewinn dadurch erzielt, dass dem Eisen eine geringe Quantität Nickel beigelegt wurde, aber nach dieser Richtung ist nicht viel Raum für weiteren Fortschritt. Neue Entdeckungen sind zu erwarten, aber sie können die wertvollen Eigenschaften des Metalls nicht erheblich erhöhen, wenn sie auch die Herstellungskosten bedeutend verringern mögen. Die nächste Zukunft ist dem Eisen gesichert wegen seiner Billigkeit und seiner unvergleichlichen mechanischen und magnetischen Eigenschaften. Diese sind derart, dass gegenwärtig kein anderes Produkt mit ihm konkurrieren kann. Aber es unterliegt keinem Zweifel, dass es in nicht sehr langer Zeit in vielen seiner Gebieten das Zepter einem anderen wird uebergehen müssen: das kommende Zeitalter wird das Zeitalter des Aluminiums sein. Es sind nur siebenzig Jahre vergangen, seitdem dieses wunderbare Metall von Wöhler entdeckt wurde.

dc, und die kaum vierzig Jahre alte Aluminiumindustrie beansprucht schon die Aufmerksamkeit des ganzen Welt. Ein solch schnelles Wachstum hat die Kulturgeschichte bisher nicht verzeichnet. Vor nicht langer Zeit wurde das Aluminium zu dem ueberschwenglichen ~~fancifull~~ Preise von dreissig oder vierzig Dollars das Pfund verkauft; heute erhaelt man es in beliebigen Quantitaeten zu ebenso vielen Cents. Und was mehr ist, die Zeit ist nicht fern, wenn auch dieser Preis ~~fancifull~~ als ueberschwenglich betrachtet werden wird, denn es sind grosse Verbesserungen in seiner Herstellungsweise moeglich. Der groesste Teil des Metalls wird in dem elektrischen Ofen erzeugt nach einem Verfahren, in dem Schmelzen und Elektrolyse verbunden sind, welches wol eine Anzahl von Vorzuegen aufzuweisen hat, aber natuerlich eine grosse Verschwendung der Energie des elektrischen Stromes bedingt. Meine Berechnungen ergeben, dass der Preis des Aluminiums bedeutend vermindert werden koennte, wenn zu seiner Herstellung ein ahnliches Verfahren eingefuehrt wuerde, als ich zur Erzeugung des Eisens vorgeschlagen habe. Um ein Pfund Aluminium zu schmelzen, ~~ist~~ nur etwa siebenzig Prozent der Waerme erforderlich, die zum Schmelzen eines Pfund Eisens noetig ist, und da das Gewicht des Aluminiums ~~nur~~ etwa ein drittel des letzteren betraegt, könnte mit einer gegebenen Menge Waermeenergie eine vier mal so grosse Masse Aluminium als Eisen erzeugt werden. Aber die ideale Loesung ist ein kaltes, elektrolytisches Verfahren, und auf dieses habe ich meine Hoffnung gegründet.

Die absolut unumgängliche Folge des Fortschreitens der Aluminium-Industrie wird die Vernichtung der Kupferindustrie sein. Beide können nicht neben einander bestehen und gedeihen; der letzteren Schicksal ist hoffnungslos besiegelt. Sogar schon jetzt ist es billiger, einen elektrischen Strom durch Aluminiumdrähte zu übertragen als durch Kupferdrähte; Aluminiumgusswaren kosten weniger, und bei vielen hauslichen und anderen Anwendungen kann das Kupfer nicht mit Erfolg konkurrieren. Eine weitere erhebliche Verminderung im Preise des Aluminiums kann nicht umhin, für das Kupfer verhängnisvoll zu sein. Aber der Fortschritt des ersten wird nicht unbehindert vor sich gehen, denn, wie es immer in solchen Fällen geschieht, die grössere Industrie wird die kleinere absorbieren: die riesigen Kupferinteressen werden die zverhafteten <sup>control</sup> Aluminiuminteressen beherrschen, und das langsam schreitende Kupfer wird den

lebhaften Gang des Aluminiums verzögern. Aber dadurch wird die bevorstehende Katastrophe nur aufgeschoben, nicht aufgehoben sein.

Das Aluminium wird jedoch nicht mit der Überwindung des Kupfers einhalten. Ehe viele Jahre verflossen sind, wird es mit dem Eisen in grimmigem Kampfe verwickelt sein, und in ihm wird es einen nicht leicht zu besiegenden Gegner finden. Der Ausgang des Kampfes wird in grossem Masse davon abhängen, ob das Eisen in elektrischen Maschinen unentbehrlich sein wird. Nur die Zukunft kann dies entscheiden. Der Magnetismus, wie er sich im Eisen off-

fentart, ist eine vereinzelt darstehende Naturerscheinung. Weshalb dieses Metall sich in dieser Beziehung so gründlich verschieden von allen andern Materialen verhält, ist noch nicht festgestellt, obwohl viele Theorien vorgebracht werden sind. Was den Magnetismus anbetrifft, verhalten sich die Moleküle der verschiedenen Körper wie hohle, mit einer schweren Flüssigkeit teilweise gefüllte Balken, die in der Mitte nach Art einer Schaukel balanciert sind. Offenbar besteht in der Natur ein störender Einfluss, der bewirkt, dass jedes Molekül, genau wie ein solcher Balken, nach der einen oder andern Seite kippt. Neigen sich die Moleküle nach der einen Seite, so ist der Körper magnetisch; neigen sie sich nach der andern Seite, dann ist der Körper nicht magnetisch; aber beide Lagen sind stabil, wie auch bei den hohlen Balken der Fall sein würde, weil die Flüssigkeit nach dem niedrigeren Ende sickerzen würde. Das Wunderbare ist nun, dass die Moleküle aller uns bekannten Körper nach einer Seite, und nur die des Eisens nach der andern Seite gingen. Es scheint, als habe dieses Metall einen ganz andern Ursprung als das das Uebrige der Erdkugel. Es ist höchst unwahrscheinlich, dass wir irgend ein anderes, billigeres Metall entdecken werden, welches den magnetischen Eigenschaften des Eisens gleichkommen oder sie übertreffen wird.

Wenn nicht eine gründliche Änderung in dem Charakter der jetzt gebräuchlichen elektrischen Ströme eintritt, dann wird

das Eisen unentbehrlich bleiben. Und doch sind die Vorzeuge, die es bietet, nur scheinbare. So lange als wir schwache magnetische Kraefte anwenden, ist es allen anderen Metallen weit ueberlegen; wenn wir aber Mittel erfinden, grosse magnetische Kraefte zu erzeugen, dann werden ohne dasselbe bessere Resultate zu erreichen sein. Tatsachlich habe ich schon elektrische Transformatoren hergestellt, in denen kein Eisen verwendet ~~ist~~<sup>wurde</sup>, und die fuer jede zehn Pfund Gewicht zehn mal grossere Leistungsfahigkeit haben, als solche mit Eisen. Dieses Resultat wird dadurch erzielt, dass anstatt der gewohnlichen, jetzt in den Industrien angewandten elektrischen Stromen ~~zweckhaften~~ sehr schnell schwingende, auf neue Art erzeugte Strome gebraucht werden. Es ist mir auch gelungen, Elektromotoren mit diesen schnell-schwingenden elektrischen Stromen zu betreiben, aber die Ergebnisse waren bisher nicht so gut, als die, welche mit gewohnlichen, aus Eisen konstruierten Motoren erzielt werden, obgleich theoretisch erstere imstande sein sollten, unvergleichlich mehr Arbeit zu leisten per Gewichtseinheit als letztere. Aber die scheinbar unueberwindlichen Schwierigkeiten, die jetzt im Wege stehen, duerften am Ende doch ~~beseitigt~~<sup>beseitigt</sup> werden, und dann wird das Eisen abgeschnitten und alle elektrischen Maschinen aus Aluminium fabriciert werden, sehr wahrscheinlich zu lebhafter niedrigen Preisen. Dies wuerde fuer das Eisen ein harter, wenn nicht verhaennisvoller Schlag sein. In vielen anderen Industriezweigen,

wie der Schiffbau~~er~~, oder allen solchen, in denen leichter Bau  
noetig ist, wird der Fortschritt des neuen Metalls viel schneller  
vor sich gehen. Fuer welche Zwecke ist es vorzueglich geeignet und  
wird frueher oder später das Eisen sicherlich verdrangen. Es ist  
hoechst wahrscheinlich, dass wir im Laufe der Zeit imstande sein  
werden, dem Aluminium viele jener Eigenschaften zu verleihen, die  
das Eisen so wertvoll machen.

Wahrend es unmoeglich ist, vorherzusagen, wann sich die-  
se industrielle Umwaelzung vollziehen wird, kann man doch nicht be-  
zweifeln, dass die Zukunft dem Aluminium gehoert, und dass es mit  
der Zeit das Hauptmittel zur Steigerung der menschlichen Leistung  
werden wird. Es besitzt in dieser Beziehung viel groessere Fachig-  
keiten, als irgendein andres Metall. Ich wuerde sein Civilisie-  
rungsvermoegen vollaug hundert mal so gross schaetzen, als das des  
Eisens. Obwohl diese Schaezung Erstaumen erregen mag, ist sie  
durchaus nicht uebertrieben. Erstlich muss man bedenken dass, der  
Masse nach, dem Menschen dreissig mal so viel Aluminium als ~~Eisen~~  
zur Verfuegung steht. Dies in sich selbst bietet grosse Moeglich-  
keiten. Dann laest sich das neue Metall viel leichter bearbeiten,  
was seinen Wert ~~xxikxx~~ erhoeht. In vielen seiner Eigenschaften  
gleicht es einem kostbaren Metall, was ihm weiteren Wert verleiht.  
Seine elektrische Leitfachigkeit fuer ein gegebenes Gewicht ist  
grosser als die irgend eines anderen Metalles, und dies allcijn

wuerde hinreichen, es fuer den zukuenftigen Fortschritt des Menschen zu einem der wichtigsten Faktoren zu machen. Infolge scines ausserordentlich geringen Gewichts sind aus demselben fabricierte Artikel viel leichter zu transportieren. Vermoege dieser Eigenschaft wird es eine Umwaelzung im Schiffbau hervorrufen, und dadurch, dass es den Transport und das Reisen erleichtert wird es die nuetzliche Arbeitsleistung des Menschen umahuer vergrossern. Sein groesstes Civilisierungsvermoegen, glaube ich, wird in der Luftfahrt bestehen, zu deren Verwirklichung es sicher das Mittel sein wird. Telegraphische Instrumente werden den Barbaren langsam belehren. Elektrische Motoren und Lampen werden es schneller tun, aber schneller als irgend etwas anderes wird die Flugmaschine es tun. Dadurch dass sie das Reisen ideal leicht macht, wird sie das beste Mittel sein zur Vereinigung der verschiedenenartigen Elemente der Menschheit. Der erste Schritt zu dieser Verwirklichung sollte bestehen in der Erzeugung eines leichten Akkumulators, oder darin, dass mehr Energie aus der Kohle gewonnen wird.

Versuche aus der Kohle mehr Energie zu gewinnen - Die  
elektrische Uebertragung - der Gasmotor - Die Kalte-Kohlenbatterie.

Ich erinnere mich, dass ich einst die Erzeugung von Elektrizität durch das Brennen von Kohle in einer Batterie für diejenige Errungenschaft hielt, welche die Civilisation der Menschheit am meisten foerdern würde, und mit Erstaunen nahme ich wahr, wie sehr sich durch das beständige Studium dieser Gegenstaende meine Ansichten geändert haben. Jetzt schint es mir, dass das Brennen von Kohle in einer Batterie, wenn es auch auf noch so wirtschaftliche Weise geschieht, nur ein zeitweiliges Ersatzmittel, eine Phase in der Entwicklung zu etwas viel Vollständigerem sein würde. Wenn wir Elektrizität auf diese Art erzeugten, würden wir doch immer noch Material zerstoeren, und das wäre ein barbarisches Verfahren. Wir Sollten imstande sein, die Energie, deren wir bedürfen, ohne Zersetzung von Material zu erhalten. Es liegt mir jedoch fern, den Wert solch einer wirtschaftlichen Ausnutzung des Brennmaterials zu unterschätzen. Wir erhalten gegenwärtig die meiste Triebkraft aus der Kohle, und sie vermehrt entweder direkt oder durch ihre Produkte die menschliche Energie. Leider wird bei allen jetzt angewandten Methoden der grosste Teil der Energie der Kohle ungenutzt vergeudet. Die besten Dampfmaschinen benuetzen nur einen kleinen Teil der Gesamtennergie. Sogar in Gasmaschinen, in denen besonders in der letzten Zeit bessere Resultate erreichbar sind,

findet noch eine ~~unumstosslich~~ barbarische Verschwendung statt. In unseren elektrischen Beleuchtungssystemen verwerten wir kaum ein drittel Prozent, und in der Gasbeleuchtung einen noch viel kleineren Teil der gesamten Energie der Kohle. Wenn wir alle verschiedenen Anwendungen der Kohle in der ganzen Welt zusammenfassen, verwerthen wir sicher nicht mehr als zwei Prozent der theoretisch in ihr enthaltenen Energie. Der Mann, der dieser sinnlosen Verschwendung ein Ende machen wuerde, waere ein grosser Wolttaeter der Menschheit, obgleich seine Loesung keine dauernde sein koennte, weil sie zur endlichen Erschoepfung des Materialvorrates fuhren wuerde. Es werden Bemuehungen, mehr Energie aus der Kohle zu gewinnen, jetzt hauptsaechlich in zwei Richtungen gemacht - durch Erzeugung von Elektrizitaet und durch Herstellung von Gas fuer Triebkraftzwecke. Auf beiden Gebieten ist schon bemerkenswerte Erfolge erzielt worden.

Die Ankunft des Systems der elektrischen Kraftuebertragung durch Wechselstroeme kennzeichnet eine Epoche in der oekonomischen Ausnuetzung der Energie, welche dem Menschen in der Kohle zur Verfuegung steht. Alle durch einen Wasserfall erzeugte elektrische Energie ist, infolge der Ersparnis so vielen Brennmaterials, offenbar ein Reingewinn fuer die Menschheit, der um so wirksamer ist, weil er mit wenig menschlichem Kraftaufwand erworben wird und weil diese vollkommenste aller Methoden Energie von der Sonne zu gewinnen auf viele Weisen zur Foerderung der Civilisation beitraegt.

Aber die Elektrizitaet gestattet uns auch, aus der Kohle viel mehr Energie zu erhalten, als auf den alten Wegen moeglich war. Anstatt die Kohle nach fernen Plaetzen zu transportieren und dort zu verbrauchen verbrennt man sie in der Naehe der ~~Stadt~~<sup>Bergwerke</sup>, entwickelt Elektrizitaet in Dynamomaschinen und uebertraegt den Strom nach entfernten Gegenden, und erzielt dadurch eine bedeutende Ersparnis. Anstatt die Maschinerie einer Fabrik auf die alte, verschwenderische Weise durch Riemen und Wellen anzutreiben, verwendet man dazu Elektromotoren, fuer welche die Elektrizitaet durch Dampfkraft erzeugt wird. Es kommt nicht selten vor, dass man auf diese Weise zwei bis drei mal so viel effektive Triebkraft erhaelt als vormals, und und außerdem noch viele andere wichtige Vorteile gewinnt. Auf diesem Gebiete, sowol als auch in der Energieuebertragung auf grosse Entfernungen fuehrt das Wechselstromsystem mit seiner ideal einfachen Maschinerie eine industrielle Umwaelzung herbei. Aber in vielen Richtungen hat sich dieser Fortschritt noch nicht fühlbar gemacht. So z. B. werden Dampfer und Eisenbahnzuege noch durch direkte Uebertragung der Dampfkraft auf Welle oder Achse angetrieben. Ein viel groesserer Prozentsatz der Warmeenergie des Brennmaterials koennte in Triebkraft umgewandelt werden, wenn anstatt der jetzigen Schiffsdampfmaschinen oder Lokomotiven durch speziell konstruierte<sup>Hochdruck- (High pressure steam or gas engines)</sup> Dampf- oder Gasmaschinen angetriebene Dynamos gebraucht, und die von diesen erzeugte Elektrizitaet zur Fortbewegung verwen-

det wuerde. Fuenfzig bis hundert Prozent mehr wirksame Triebkraft  
konntet auf diese Weise aus der Kohle gewonnen werden. Es ist  
~~amendieren~~  
schwer ~~zu~~ zu denken, weshalb Ingenieure einer so einfachen und hand-  
greiflichen Tatsache nicht mehr Aufmerksamkeit widmen. Auf Ozean-  
dampfern waere eine solche Verbesserung besonders wuenschenswert,  
weil dadurch der Laerm beseitigt und ihre Geschwindigkeit und Trag-  
fachlichkeit erheblich gesteigert werden waerde.

Es wird gegenwaertig noch mehr Energie aus der Kohle ge-  
wonnen durch die neuesten verbesserten Gasmaschinen, deren Oekono-  
mie durchschnittlich wahrscheinlich zwimal so gross ist, als die  
der besten Dampfmaschinen. Die Einfuehrung des Gasmotors wird durch  
den grossen Umfang der Gasindustrie sehr erleichtert. Mit der immer  
~~zunehmenden~~  
~~grenzen Forderungen~~ Verwendung des elektrischen Lichts wird das Gas  
mehr und mehr zu Heiz- und Kraftzwecken benutzt. In vielen Faellen  
wird das Gas in der Naehe der Kohlengrufe hergestellt und nach fern-  
en Verbrauchsstellen uebertragen, und so wird sowol in der Trans-  
portation als auch in der Verwendung des Brennmaterials eine bedeu-  
tende Ersparnis bewirkt. Bei dem gegenwaertigen Standpunkte der  
mechanischen und elektrischen Kuenste ist der rationellste Weg,  
Energie aus der Kohle zu erhalten offenbar, Gas in der Naehe des  
Kohlenlagers herzustellen, und mit demselben entweder am Orte oder  
sonstwo Elektrizitaet zu erzeugen in Dynamomaschinen, die durch  
Gasmotoren angetrieben werden. Der wirtschaftliche Erfolg einer

solchen Anlage beruht in grossem Maasse auf der Erzeugung von Gas-motoren von nominell grosser Pferdekraft, die, nach der eifrigen Taeigkeit auf diesem Felde zu rechnen, wol bald ihre Erscheinung machen werden. Anstatt wie gewoehnlich die Kohle direkt zu vergauchen, sollte Gas daraus hergestellt und dieses verbrannt werden, um Energie zu ersparen.

Aber alle solche Verbesserungen koennen nur voruebergehende Phasen in der Entwicklung zu etwas viel Vollkommenem sein, denn endlich muss es uns gelingen, ohne solche Umwege und ohne grossen Verlust an Waermeenergie Elektrizität aus der Kohle zu erhalten. Ob die Kohle durch ein kaltes Verfahren oxidiert werden kann ist noch eine Frage. Ihre Verbindung mit Sauerstoff findet nur statt unter Entwicklung von Waerme, und ob die Energie der Verbindung von Kohle mit einem andren Elemente direkt in elektrische Energie verwandelt werden kann ist noch nicht festgestellt worden. Unter gewissen Bedingungen wird Kohle verbrannt von Salpetersaure unter Erzeugung eines elektrischen Stromes, aber die Lösung bleibt nicht kalt. Andere Mittel sind zur Oxidierung der Kohle vorgeschlagen worden, aber sie enthielten nicht das Versprechen, dass Sie zu einem wirtschaftlichen Verfahren fuhren wuerden. Mein eigener Misserfolg ist vollstaendig gewesen, wenn auch vielleicht nicht ganz so vollstaendig <sup>wieder</sup>einiger Leute, die das Kalte-Kohlenelment "vervollkommenet" haben. Dieses Problem sollte grundsätzlich von dem Chemiker gelöst werden, nicht von dem Physiker, der alle seine

solchen Anlage beruht in grossem Maasse auf der Erzeugung von Gas-motoren von nominell grosser Pferdekraft, die, nach der eifrigen Taeigkeit auf diesem Felde zu rechnen, wol bald ihre Erscheinung machen werden. Anstatt wie gewoehnlich die Kohle direkt zu vergauchen, sollte Gas daraus hergestellt und dieses verbrannt werden, um Energie zu ersparen.

Aber alle solche Verbesserungen koennen nur voruebergangen-de Phasen in der Entwicklung zu etwas viel Vollkommenrem sein, denn endlich muss es uns gelingen, ohne solche Umwege und ohne grossen Verlust an Waermeenergie Elektrizität aus der Kohle zu erhalten. Ob die Kohle durch ein kaltes Verfahren oxidiert werden kann ist noch eine Frage. Ihre Verbindung mit Sauerstoff findet nur statt unter Entwicklung von Waerme, und ob die Energie der Verbindung von Kohle mit einem andren Elemente direkt in elektrische Energie verwandelt werden kann ist noch nicht festgestellt worden. Unter gewissen Bedingungen wird Kohle verbrannt von Salpeter-saure unter Erzeugung eines elektrischen Stromes, aber die Lösung bleibt nicht kalt. Andere Mittel sind zur Oxidierung der Kohle vorgeschlagen worden, aber sie enthielten nicht das Versprechen, dass Sie zu einem wirtschaftlichen Verfahren führen würden. Kein eigener Misserfolg ist vollständig gewesen, wenn auch vielleicht nicht ganz so vollständig <sup>wieder</sup>einiger Leute, die das Kalte-Kohlenelment "vervollkommenet" haben. Dieses Problem sollte grundsätzlich von dem Chemiker gelöst werden, nicht von dem Physiker, der alle seine

Resultate im Voraus bestimmt, so dass ein von ihm angestellter Versuch nicht misslingen kann. Die Chemie, obgleich eine positive Wissenschaft, gestattet die Lösung einer Aufgabe noch nicht nach so positiven Methoden, als zur Behandlung vieler physischer Probleme zu Verfüzung stehen. Wenn das Resultat möglich ist, wird es vielmehr durch geduldiges Versuchen, als durch Schlussfolgerung und Berechnung erreicht werden. Die Zeit wird jedoch bald kommen, wenn der Chemiker imstande sein wird, einen im Voraus deutlich ausgelegten Kurs zu verfolgen, und durch rein konstruktives Verfahren zu einem gewünschten Resultate zu gelangen. Die ~~Kalte~~-Kohlenbatterie würde der elektrischen Industrie einen mächtigen Aufschwung verleihen; sie würde in sehr kurzer Zeit zu einer praktischen Flugmaschine führen und die Einführung des Automobils ungeheuer begünstigen. Aber eine bessere und wissenschaftlichere Lösung dieser und vieler anderer Probleme wäre ein leichter Akkumulator.

Energie vom Medium - Die Windmühle und die Sonnenmaschine - Triebkraft von der Wärme der Erde - Elektrizität aus natürlichen Quellen.

Ausser Brennmaterial gibt es noch eine Fülle von Stoffen, aus denen man eventuell Kraft erhalten könnte. Unschöne Energiemengen sind z. B. im Kalkstein enthalten, und durch Freisetzung der Kohlensäure durch Schwefelsäure oder auf andere Weise können Maschinen angetrieben werden. Ich konstruierte einst eine solche Maschine, und dieselbe funktionierte auf zufriedenstellende Weise.

Aber welches in der Zukunft auch immer die Quellen der <sup>primary</sup> ursprünglichen Energie sein mögen, wir müssen sie, um rationell zu verfahren, ohne Verzehrung irgend welchen Materials erlangen. Schon vor langer Zeit kam ich zu diesem Schluss, und um dieses Resultat zu erreichen schien, wie vorher ange deutet, nur zwei Wege möglich - entweder musste die in dem umgebenden Medium aufgespeicherte Energie der Sonne ausgenutzt werden, oder es musste die Energie der Sonne durch das Medium übertragen werden von einem <sup>gewissen</sup> solchen Orte, wo sie ohne Materialverbrauch ~~erzeugt~~ werden konnte. Zu jener Zeit wies ich die letztere Methode sofort als grundsätzlich unausführbar zurück, und wandte mich der Untersuchung der Möglichkeiten der erstenen zu.

Es ist schwer zu glauben, aber nichtsdestoweniger eine

Tatsache, dass seit unendlichen Zeiten dem Menschen eine Maschine zur Verfügung gestanden hat, welche ihm gestattete, die Energie des umgebenden Mediums nutzbar zu machen. Diese Maschine ist die Windmühle. Die Kraft, welche man vom Winde erhalten kann, ist, im Gegensatz zu der allgemein verbreiteten Ansicht, sehr beträchtlich. Manch ein irregeführter Erfinder hat Jahre seines Lebens verbracht in dem Bestreben, "die Flüter <sup>zu</sup> ~~zu~~ <sup>kennen</sup> bezwingen", und einige haben sogar vorgeschlagen, durch die Riesen-Kraft der Flüter oder Wellen-Luft zu komprimieren zum Zwecke der Energiegewinnung, die Zeichen der alten Windmühle dort oben auf dem Hügel nicht verschandend, wie sie traurig mit ihren Armen wirkte und ihnen gebot, einzuhüllen. Die Tatsache ist nachlich, dass in der Regel ein Wellen- oder Flütermotor nicht imstande sein werde, wirtschaftlich mit der Windmühle zu konkurrieren, die eine bei weitem bessere Maschine ist, weil sie gestattet, viel grössere Energienmengen auf einfacherem Wege zu erhalten. Die Windkraft ist in alten Zeiten von unberechenbaren Werte für den Menschen gewesen, allein dadurch, dass sie es ihm möglich machte, die Meere zu durchfahren, und sie spielt sogar heute noch beim Reisen und in der Transportart eine wichtige Rolle. Es sind jedoch dieser ideal einfachen Methode, die Energie der Sonne zu benutzen, enge Grenzen gezogen. Die Maschinen sind gross für eine gegebene Arbeitsleistung und die Kraft ist eine unterbrochene, was das Aufspeichern der Energie notwendig macht.

und die Kosten der Anlage vermehrt.

Ein weit besserer Weg Kraft zu erhalten waere, sich der Sonnenstrahlen zu bedienen, welche unumhoerlich auf die Erde herabfallen und auf die Quadratmeile eine maximale Energie von ueber vier Millionen Pferdekraft liefern. Wenn auch im Durchschnitt die Energie, welche eine Quadratmeile in einer beliebigen Gegend im Laufe des Jahres erhaelt, nur ein kleiner Teil dieses Betrages ist, wurde doch durch die Entdeckung eines zweckmässigen Verfahrens zur Ausnutzung der Energie der Strahlen eine unschoepfliche Kraftquelle eroeffnet werden. Der einzige rationelle Weg, der mir bekannt war zu der Zeit als ich das Studium dieses Gegenstandes begann, war die Anwendung einer Art von Waermemotor oder thermo-dynamischer Maschine, angetrieben durch eine fluechtige, in einem Kessel durch die Waerme der Strahlen verdampfte Fluessigkeit. Aber nachtere Untersuchung dieser Methode und Berechnung ergab, dass trotz der ungheuren Energiemenge, welche die Strahlen scheinbar herabsenden, in Wirklichkeit nur ein kleiner Teil dieser Energie auf diesem Wege nutzbar gemacht werden kann. Die von den Sonnenstrahlen gelieferte Energie ist periodisch, und ich fand, dass dieselben Beschränkungen wie bei der Windecke, auch hier bestanden. Nachdem ich lange Zeit diese Methode Energie von der Sonne zu gewinnen untersucht hatte, den notwendigerweise grossen Umfang des Kessels, den geringen Nutzeffekt des Waermemotors, die

noch hinzukommenden Kosten der Energieaufspeicherung und andere Nachteile dabei in Erwägung ziehend, kam ich zu dem Beschluss, dass "die Sonnenmaschine", einige wenige Fälle ausgenommen, nicht mit Erfolg in den Industrien verwendet werden könnte.

Noch ein Weg ohne Materialverzehrung Triebkraft vom Medium zu erhalten wäre, die in der Erde, dem Wasser oder der Luft enthaltene Wärme zum Antrieben einer Maschine zu benutzen. Es ist wohl bekannt, dass das Innere der Erde sehr heiß ist. Wie sich aus Beobachtungen ergiebt, steigt die Temperatur mit jedem hundert Fuss Tiefe  $1^{\circ}$  C. Die Schwierigkeiten Schachte zu graben und Kessel aufzustellen in einer Tiefe von etwa zweihundert Fuß, entsprechend einer Temperaturerhöhung von ungefähr  $120^{\circ}$  C., sind nicht unüberwindlich, und man könnte auf diese Weise sicherlich die Wärme der inneren Erdkugel nutzbar machen. Tatsächlich wäre es gar nicht nötig, in die Tiefe zu gehen, um von der aufgespeicherten Erdenwärme Energie zu gewinnen. Die oberen Erdlager und die Luftsichten in deren Nähe besitzen eine genügend hohe Temperatur, um höchst flüssige Substanzen, die anstatt Wasser in den Kesseln gebraucht werden könnten, zu verdampfen. Es ist sicher, dass ein Schiff auf dem Meer fortbewegt werden könnte durch eine Maschine, die von einem solch flüssigen Körper angetrieben würde, ohne irgend welche andere Energie zu gebrauchen, als die von Wasser abgeleitete Wärme. Vor die Kraftmenge, die auf diese Art ohne weitere Vorrichtungen gewonnen werden könnte, würde sehr klein sein.

Die durch natuerliche Ursachen erzeugte Elektrizitaet ist eine weitere Energiequelle, welche dienstbar gemacht werden koennte. Blitzentladungen enthalten grosse Mengen elektrischer Energie, die wir verwenden koennten, wenn wir sie transformieren und aufspeichern wuerden. Vor einigen Jahren machte ich eine Methode elektrischer Umwandlung bekannt, die den ersten Teil dieser Aufgabe leicht macht, aber das aufspeichern der Energie von Blitzentladungen wird schwer zu erreichen sein. Es ist ferner wolbekannt, dass beständig elektrische Strome durch die Erde fliessen, und dass zwischen der Erde und irgend einer Luftschicht eine elektrische Spannungsdifferenz besteht, die im Verhaeltnis zur Hoehe variiert.

In neuerdings angestellten Versuchen habe ich zwei neue Tatsachen entdeckt, die in dieser Beziehung von Bedeutung sind. Eine dieser Tatsachen ist, dass in einem Drahte, der sich vom Boden bis zu einer sehr grossen Hoehe erstreckt, Elektrizitaet erzeugt wird durch die axiale und wahrscheinlich auch durch die rotierende translatorische Bewegung der Erde. Es wird jedoch kein nennenswerter Strom in dem Drahte fliessen, wenn nicht der Elektrizitaet gestattet ist, in die Luft zu entweichen. Ihr Ausfluss wird dadurch sehr erleichtert, dass man am oberen Ende des Drahtes einen leitenden Pol von grosser Oberflaeche mit vielen scharfen Ecken oder Spitzen anbringt. Man kann also eine fortwachrende Zufuhr von elektrischer Energie erhalten, indem man nur einen Draht aus einer Hoehe herabhaengt, aber leider ist die Elektrizitaetsmenge, die so gewonnen werden kann, klein.

Die zweite Tatsache, die ich festgestellt habe, ist, dass die höheren Luftsichten beständig geladen sind mit Elektrizität, die der Ladung der Erde entgegengesetzt ist. So habe ich wenigstens meine Beobachtungen gedenkt, aus denen hervorgeht, dass die Erde mit der an sie grenzenden isolierenden und ~~der~~ äusseren leitenden Hülle einen hoch geladenen Kondensator bildet, der in aller Wahrscheinlichkeit eine grosse Menge elektrischer Energie enthält, die für den Menschen nutzbar gemacht werden könnte, wenn es möglich wäre, mit einem Drahte grosse Höhen zu erreichen.

Es ist möglich, ja sogar wahrscheinlich, das mit der Zeit andere Energiequellen eröffnet werden, von denen wir gegenwärtig keine Vorstellung haben. Wir dürfen sogar Wege finden, solche Kräfte wie den Magnetismus oder die Gravitation ohne irgend welche anderen Mittel zum Antrieben von Maschinen zu gebrauchen. Solche Verrücklichkeiten, wenn auch höchst unwahrscheinlich, sind nicht unmöglich. Ein Beispiel wird die beste Vorstellung gewähren von ~~dem~~ was <sup>wir</sup> ~~erreichen~~ <sup>dürfen</sup> könnten, und was wir niemals erreichen können. Man denkt sich eine Scheibe aus irgend einem homogenen Metall, vollkommen rund, abgedreht und so eingerichtet, dass sie sich über dem Boden auf einer horizontalen Welle in reibungsfreien Lagern dreht. Diese Scheibe, die unter obigen Bedingungen vollkommen balanciert wäre, würde in irgend einer Lage still stehen. Nun ist es möglich, dass wir lernen werden, wie man eine solche Scheibe versuchen kann, sich zu drehen und Arbeit zu ver-

richten durch die Gravität, ohne irgend fernere Anstrengung un-  
serseits; aber es ist ganzlich unmöglich, dass die Scheibe sich  
drehen und Arbeit verrichte ohne irgend eine Kraft von aussen. Wenn  
sie das tun könnte, würde sie sein, was die Wissenschaft mit dem  
Phänomen "perpetuum mobile" bezeichnet, eine Maschine, die ihre eige-  
ne Bewegkraft erzeugt. Um die Scheibe durch Gravität sich drehen  
zu machen, brauchen wir nur einen Schirm gegen diese Kraft zu er-  
finden. Vermittelst eines solchen Schirms könnten wir verhin-  
dern, dass die Kraft auf eine Hälfte der Scheibe wirkt, und deren  
Umdrehung würde folgen. Wenigstens kann man eine solche Möglicheit  
nicht verleugnen, bis wir das Wesen der Gravität genau ken-  
nen. Angenommen diese Kraft rührte hier von einer Bewegung, ähnlich  
einem Luftstrom, der nach dem Mittelpunkte der Erde ginge. Die  
Wirkung eines solchen Stromes auf beide Hälften der Scheibe würde  
gleich gross sein, und diese würde sich unter gewöhnlichen Ge-  
sunden nicht drehen, wenn aber eine Hälfte geschnitten wäre  
durch eine Platte, welche die Bewegung aufhält, dann würde auch  
die Scheibe rotieren.

Abweichung von bekannten Methoden - Moeglichkeit einer "selbsttaetigen" Maschine, leblos, aber dennoch fachig, Energie aus dem Medium zu ziehen wie ein lebendes Wesen - Der ideale Weg Triebkraft zu erzeugen.

Als ich die Untersuchung des hier behandelten Gegenstandes begann und als die oben beschriebenen oder aehnliche Ideen mir zum ersten Male eingefallen, und obgleich viele der erwachten Tatsachen mir unbekannt waren, ueberzeugte mich nichtsdestoweniger eine Uebersicht ueber die verschiedenen Wege, die Energie des Mediums auszunutzen, dass eine grundsatzliche Abweichung von den damals bekannten Methoden gemacht werden musste, um zu einer praktischen Loesung zu gelangen. Die Windmuhle, der Sonnenmotor, die von der Waerme der Erde angtriebene Maschine hatten alle ihre Grenzen hinsichtlich der erreichbaren Kraftmenge. Ein neuer Weg, der es uns ermoeglichen wuerde mehr Energie zu erhalten, musste entdeckt werden. Es war genug Waermeenergie im Medium vorhanden, aber nach den damals bekannten Methoden war nur ein kleiner Teil derselben zum Antrieb einer Maschine verwendbar. Ueberdies konnte man die Energie nur sehr langsam erhalten. Das Problem war also offenbar, ein neues Verfahren zu entdecken, welches gestatten wuerde, einen groesseren Teil der Waermeenergie des Mediums auszu nutzen und sie auch derselben mit groesserer Geschwindigkeit zu entziehen.

Ich versuchte vergebens, mir ein Bild davon zu machen,  
wie dies erreicht werden koennte, als ich einige Behauptungen von  
Carnot und Lord Kelvin (damals Sir William Thomson) las, die tat-  
sachlich bedeuteten, es sei unmoglich, dass ein lebloser Mecha-  
nismus oder eine selbsttaetige Maschine einen Teil des Mediums bis  
unter die Temperatur der Umgebung abkuhle und durch die abgeleite-  
te Waerme in Betrieb gesetzt werde. Diese Aussagungen interes-  
~~ten~~

~~Leider~~ sierten mich in hohem Grade. Ein lebendes Wesen konnte offensichtlich dieser  
~~Aufgabe~~ gewachsen ist  
~~gerade~~ dieses tut, und da die Erfahrungen meiner Jugend, die ich  
erzählt habe, mich ueberzeugt hatten, dass ein lebendes Wesen  
nichts weiter als ein Automat oder, mit anderen Worten, eine  
"selbsttaetige Maschine" ist, kam ich zu dem Schluss, dass es mog-  
lich war, eine Maschine zu konstruieren, die dasselbe tun wuerde.

Als ersten Schritt zu dieser Verwirklichung erdachte ich den fol-  
genden Mechanismus. Man denke sich eine Thermosaeule, bestehend  
aus einer Anzahl von Metallstangen, die von der Erde bis in den  
außeren Raum ueber die Atmosphäre hinaus reichen. Die von unten  
nach oben diesen Metallstangen entlang geleitete Waerme wuerde die  
Erde, oder die See oder die Luft abkuhlen, je nach der Lage der  
unteren Teile der Stangen, und das Resultat wuerde sein, wie wol  
bekannt, dass ein elektrischer Strom in diesen Stangen fliessen  
wuerde. Die beiden Pole der Thermosaeule koennten dann durch einen  
elektrischen Motor verbunden werden, und theoretisch wuerde dieser

Motor so lange immerfort laufen, bis die unteren Media bis auf die Temperatur des aeusseren Raumes abgekuhlt waerden. Das waere eine leblose Maschine, die allem Anscheine nach einen Teil des Mediums unter die Temperatur der Umgebung abkühlte und durch die abgekühlte Waerme in Gang gesetzt wuerde.

Aber war es dem nicht moeglich, einen aehnlichen Zustand herbeizuführen, ohne notwendigerweise in die Hoehe zu gehen? Man denke sich, zum Zwecke der Erläuterung, eine wie in Schema b dargestellte Umluellung T, die so beschaffen ist, dass Energie nicht anders als durch den Kanal oder Weg O durch sie uebertragen werden kann, und dass auf irgend eine Weise innerhalb dieser Umluellung ein wenig Energie besitzendes Medium aufrecht erhalten wuerde, und dass sich ausserhalb derselben das gewöhnliche umgebende Medium mit viel Energie befaende. Unter diesen Bedingungen wuerde die Energie durch die Oeffnung O fliessen, wie durch den Pfeil angedeutet ist, und koennte dann beim Durchfluss in eine andere Art Energie verwandelt werden. Die Frage war; Koennte ~~wirkt~~ ein solcher Zustand erreicht werden? Koennten wir künstlich einen solchen Abfluss erzeugen, in welchen die Energie des umgebenden Mediums hineinfliessen wuerde? Angenommen es koennte in einem gegebenen Raum durch irgend ein Verfahren eine ausserordentlich niedrige Temperatur erhalten werden; das umgebende Medium wuerde dann gezwungen sein, Energie abzugeben, die in mechanische oder eine andre Form Form von Energie verwandelt und gebraucht werden koennte. Die Ver-

wirklichkeit eines solchen Planes wuerde uns gestatten, an irgend  
einem Orte Tag und Nacht eine bestaanteige Energielieferung zu erhalten.  
Mehr als dies, meincr Folgerung nach schien es moeglich, eine  
rasche Cirkulation des Mediums zu verursachen und so die Energie  
~~at aerodynamik nüsse~~  
sehr schnell zu erhalten.

Hier war also eine Idee, die, wenn ausfuehrbar, eine  
glueckliche Loesung des Problems Energie vom Medium zu gewinnen,  
bot. War sie aber ausfuehrbar? Dass dem so sei, davon ueberzeugte  
ich mich auf mehrere Wege. Einer derselben ist der folgende. Was  
die Waerme anbetrifft, befinden wir uns auf einem Hochplateau, ver-  
gleichbar mit einem Bergsee betrachtlich ueber dem Meeresspiegel,  
dessen Oberflaeche das absolute Zero des Weltraumes darstellen moe-  
ge. Waerme fliesst wie Wasser abwarts, und folglich, ebenso wie  
wir das Wasser des Sees hinabfliessen lassen koennen in das Meer,  
sind wir auch imstande, die Waerme von der Oberflaeche der Erde nach  
den ~~unendlichen~~ hohen, kalten Regionen ueber uns wandern zu lassen.  
Waerme, gleichwie Wasser, kann beim hinabfliessen Arbeit verrichten,  
und jeder Zweifel, den man hogte, dass vermittels einer Thermosaeu-  
le Energie aus dem Medium entzogen werden kann, wie vorhin beschrie-  
ben, wuerde durch dieses Analogon bestigjt werden. Koennen wir  
aber in einem gegebenen Teile des Raumes Kälte erzeugen und die  
Waerme veranlassen, beständig <sup>dorthin</sup> hinabfliessen? Die Erschaffung  
<sup>einf</sup> eines solchen "Abflusses" oder "kalten Loches" im Medium, wie man  
es nennen koennte, wuerde so viel bedeuten, als stellte man in dem

See einen Raum her, der entweder leer, oder mit etwas viel leichterem als Wasser angefuellt ~~ist~~. Dies koennte man tun, ~~wenn~~ man einen Behaelter in dem See aufstellen und alles Wasser aus demselben herauspumpen. Wir wissen, dass dann das Wasser, wenn man es in den Behaelter zurueckfliessen liessse, theoretisch dieselbe Quantitaet Arbeit verrichten koennte, als beim Herauspumpen verbraucht wurde, aber nicht das geringste mehr. Folglich liessc sich durch dieses doppelte Verfahren, erst das Wasser zu heben und dann wieder fallen zu lassen, nichts gewinnen. Dies wuerde bedeuten, dass es unmoeglich ist, einen solchen Abfluss im Medium ~~zu~~ erzeugen. Aber denken wir einen Augenblick nach. Obgleich die Waerme gewissen allgemeinen Gesetzen der Mechanik folgt, wie eine Fluessigkeit, ist sie doch nicht eine solche; sie ist Energie, die sich beim Passieren von einem hohen nach einem niedrigen ~~Temperatur~~ in andere Formen von Energie verwandeln laesst. Damit nun unsere mechanische Analogie vollstaendig und naturgetreu sei, muessen wir deshalb annehmen, dass das Wasser beim Zurueckfliessen in den Behaelter in etwas anderes verwandelt wird, etwas das man ohne, ~~aber~~ doch mit sehr geringem Kraftaufwand herausnehmen kann. Wenn z. B. in diesem Analogon die Waerme durch das Wasser des Sees dargestellt ist, koennte der Sauerstoff und Wasserstoff, die das Wasser bilden, andere Formen von Energie vorstellen, in welche die Waerme transformiert wird bei ihrem Uebergang von ~~Waerme~~ zu Kaelte. Wenn der Process der Waermeverwandlung absolut vollkommen ware, so wuerde gar keine

Waerme auf dem unteren Niveau ankommen, weil sie gaenzlich in andere Formen von Energie verwandelt wuerde. Diesem idealen Falle entsprechend wuerde alles Wasser, welches in den Behaelter fliesst, sich in Sauerstoff und Wasserstoff zersetzen, ehe es am Boden ankaeme, und die Folge wuerde sein, dass das Wasser fortwahrend hineinfliessen koennte, und der Behaelter dennoch gaenzlich leer bleiben wuerde, weil die sich bildenden Gase entweichen. So wuerde man durch den urspruenglichen Aufwand einer gewissen Arbeit einen Abfluss schaffen fuer die Waerme oder, beziehungsweise, das Wasser, ein Zustand, der es uns ermoeglichen wuerde, beliebige Mengen Energie ohne weitere Anstrengung zu erhalten. Dieses waere ein idealer Weg Triebkraft zu gewinnen. Wir kennen keinen so absolut vollkommenen Process der Waermeumwandlung, und folglich wird etwas Waerme gewoehnlich das niedrige Niveau erreichen, was in unserem mechanischen Analogon so viel bedeutet, dass etwas Wasser auf dem Boden des Behaelters ankommen und dass sich der letztere allmaehlich und langsam anfuellen wird, was bestaendiges Auspumpen beroeigt. Aber es ist klar, dass weniger herauszupumpen sein wird, als hineinfliessst, oder, mit anderen Worten, es wird zur Aufrechterhaltung des urspruenglichen Zustandes weniger Energie noetig sein als von dem Falle entwickelt wird, und dies bedeutet, dass etwas Energie vom Medium gewonnen werden wird. Was nicht beim Hinabfluss verwandelt wird, kann genau mit seiner eigenen Energie gehoben werden,

und was verwandelt wird, ist reiner Gewinn. Die Wirkungskraft des  
Prinzips, welches ich entdeckt habe, beruht gaenzlich auf der Um-  
wandlung der Energie beim Abwaertsfliessen.

Frohe Versuche die selbsttaetige Maschine zu erzeugen -  
Der mechanische Oscillator - Arbeit Derry's und Linde's - Flüssige  
Luft.

Als ich diese Wahrheit erkannt hatte, begann ich Mittel  
zu erfinden, meine Idee auszuführen, und nach langem Denken ent-  
warf ich endlich eine Kombination von Apparaten, die es möglich  
machten sollte, Kraft vom Medium zu gewinnen durch ein Verfahren  
fortwährender Abkühlung der atmosphärischen Luft. Dieser Appa-  
rat hatte die Neigung, durch beständige Verwandlung von Waerme in  
mechanische Arbeit kälter und kälter zu werden, und wenn es mög-  
lich war, auf diese Weise eine sehr niedrige Temperatur zu errei-  
chen, dann konnte ein Abfluss für die Waerme erzeugt, und Energie  
~~aus~~ dem Medium entnommen werden. Dies schildert den vorhin erwähn-  
ten Aussagungen von Carnot und Lord Kelvin zu widersprechen, ich schloss  
jedoch aus der Theorie des Verfahrens, dass ein solches Resultat er-  
zielt werden konnte. Zu dieser Schlussfolgerung kam ich am Ende  
des Jahres 1863, glaubt ich, während ich in Paris war, und zu ei-  
ner Zeit, als meine Gedanken mehr und mehr beherrscht wurden von  
einer Erfindung, die ich während des vorhergehenden Jahres ent-  
wickelt hatte und die seitdem als "magnetisches Drehfeld" bekannt  
geworden ist. Während der paar folgenden Jahre baute ich den  
Plan, den ich ersoznen hatte, weiter aus und untersuchte die Ar-  
beitsbedingungen, machte aber wenig Fortschritt. Die kommerzielle

Einführung der oben erwähnten Erfindung erforderte den grössten  
Anteil meiner Kraefte bis 1889, als ich die Idee der selbsttäctigen  
Maschine wieder aufnahm. Aus einer ~~nächeren~~<sup>aus</sup> Untersuchung der in-  
volvierten Prinzipien und Berechnung ergab sich nun, dass das Resul-  
tat, welches ich erstrebte, mit gewöhnlicher Maschinerie nicht auf  
praktische Weise erreicht werden konnte, wie ich anfangs erwartet  
hatte. Dies führte mich, als nächsten Schritt, zu dem Studium  
einer allgemein mit dem Namen "Turbine" bezeichneten Maschinentype,  
die auch zuerst bessere Aussichten auf eine Verwirklichung der Idee  
zu gewähren schien. Bald fand ich jedoch, dass auch die Turbine  
nicht dazu geeignet war. Meine Schlussfolgerungen zeigten aber,  
dass, wenn eine Maschine besonderer Art zu einem hohen Grade der  
Vollkommenheit gebracht werden konnte, der von mir erdachte Plan  
ausführbar war, und ich beschloss, (verweirts zu geben) mit der Ent-  
wicklung einer solchen Maschine, deren Hauptzweck sein sollte, bei  
der Verwandlung von Waermeenergie in mechanische Energie die höch-  
ste Oekonomie zu erzielen. Eine charakteristische Eigenschaft der  
Maschine war, dass der Arbeit-leistende Kolben mit nichts <sup>in Verbindung</sup>  
~~stand~~, sondern vollkommen freix mit ungekörter Geschwindigkeit vibrie-  
ren konnte. Die mechanischen Schwierigkeiten, denen ich bei der  
Konstruktion dieser Maschine begegnete, waren grösser als ich  
vorausgeschenkt hatte, und mein Fortschritt war langsam. Diese Ar-  
beit wurde fortgesetzt bis anfangs 1892, als ich nach London ging,  
wo ich Prof. Dewar's bewunderungswürdige Experimente mit fluessi-

gen Gasen sah. Andere hatten vor dem Gase verflüssigt, und besonders Oslewski und Pictet hatten fruchtbare bemerkenswerte Versuche in dieser Richtung angestellt, aber die Arbeit Devar's war beeindruckt von solch frischer Tatkraft, dass sogar das alte neu erschien.

Seine Versuche zielten, wenn auch auf ~~verschiedene~~ Weise als ich mir vorgestellt hatte, dass es möglich war, durch Verwandlung von Wärme in mechanische Arbeit eine sehr niedrige Temperatur zu erreichen, und ich kehrte zurück, ganz erfüllt von dem Geschehen und mehr als je überzeugt, dass mein Plan ausführbar war. Die zeitweilig unterbrochene Arbeit wurde von neuem angegriffen, und bald hatte ich eine Maschine, welche ich den "mechanischen Oscillator" genannt habe, in ziemlich vollkommenen Zustande. Es gelang mir, in dieser Maschine alle ~~Teile~~ <sup>Aktivitäten</sup>, Ventile und Celing abzuschaffen, und ein so schnelles Vibrieren des Kolbens zu erzeugen, dass ~~zwei~~ Stahlstäben, die an denselben befestigt und longitudinal bewegt wurden, auseinander gerissen wurden. Durch Verbindung dieser Maschine mit einer Dynamo besonderer Konstruktion erzeugte ich einen höchst ökonomischen elektrischen Generator ~~ff~~, der bei Messungen und der Bestimmung physischer Quantitäten unschätzbar ist, weil man mittels desselben Oscillationen von unveränderlicher Zeitdauer erzeugen kann. Ich zeigte mehrere Typen dieser Maschine, genannt "mechanischer und elektrischer Oscillator" vor dem elektrischen Kongresse auf der Weltausstellung in Chicago im Sommer 1893 bei einem Vortrage, den ich anderer dringender Arbeit halber

nicht fuer Veroeffentlichung vorbereitet konnte. Bei jeder Gelegenheit setzte ich die Prinzipien des mechanischen Oscillators auseinander, aber der urspruengliche Zweck dieser Maschine ist hier zum ersten male erklart.

In den Verfahren zur gutzuruecklung der Energie des umgebundenen Mediums, wie ich es amfaenglich ausgedacht hatte, waren fuenf wesentliche Elemente vereinigt, und jedes musste neu entworfen und vervollkommen werden, da keine solche Maschinen existierten. Der mechanische Oscillator war das erste Element dieser Kombination, und nachdem ich dieses vervollkommen hatte, wandte ich mich dem nächsten zu, einem Luftkompressor, der in seiner Konstruktion in gewissen Beziehungen dem mechanischen Oscillator glich.

Aehnliche Schwierigkeiten in der Herstellung wurden auch hier angetroffen, aber die Arbeit wurde kraeftig vorwaerts getrieben, und am Ende des Jahres 1894 hatte ich diese beiden Elemente der Kombination vollendet und so einen Apparat erzeugt, der Luft bis auf irgend einen gewuenschten Druck komprimieren konnte, und unvergleichlich einfacher, kleiner und economischer war als die gewoehnlichen Luftkompressoren. Ich hatte soeben begonnen, und dem dritten Elemente zu arbeiten, welches mit den zwei ersten zusammen eine Gefriermaschine von außerordentlichem Nutzen und Einfachheit geben sollte, als mir das Unglueck widerfhr, dass mein Laboratorium den Flammen zum Opfer fiel, was meine Arbeiten vertruppelte und

verzoegerte.

Früher zeigte Dr. Carl Linde sein Selbstkühlungsverfahren zur Verflüssigung der Luft an, dadurch beweisen, dass es möglich war, mit der Abkühlung fortzuführen, bis Verflüssigung der Luft stattfand. Dies war der einzige experimentelle Beweis, dessen ich noch bedurfte, dass auf der von mir beabsichtigten Weise Energie vom Medium gewonnen werden konnte.

Die Verflüssigung der Luft durch ein Selbstkühlungsverfahren war nicht, wie man allgemein glaubt, eine zufällige Entdeckung, sondern ein wissenschaftliches Resultat, welches nicht mehr lange hätte ausbleiben können, und welches in aller Wahrscheinlichkeit Davor nicht entgangen wäre. Dieser bezaubernde Fortschritt, glaube ich, ist in grossem Massse der gewaltigen Arbeit dieses grossen Schotten zu verdanken. Nichtsdestoweniger ist die Freundschaft Linde's eine unsterbliche. Die Herstellung flüssiger Luft ist in Deutschland seit vier Jahren betrieben worden, auf viel grösserem Maassstabe als in irgend einem anderen Lande, und dieses merkwürdige Produkt ist zu vielen Zwecken verwendet worden. Anfangs erwartete man viel von denselben, aber bisher ist es ein industriellem ignis fatuus gewesen. Durch Anwendung solcher Maschinen wie ich <sup>sie</sup> ausbilde werden sich wahrscheinlich seine Kosten sehr vermindern, aber dann wird sein kommerzieller Erfolg fraglich sein. Als Gefriermittel ist es unökonomisch, weil seine Temperatur unnoetig niedrig ist. Es ist eben so kostspielig, einen Koen-

per auf sehr niedriger als auf sehr hoher Temperatur zu erhalten; es ist Kohle zwecklos, um die Luft kalt zu halten. Zur Herstellung von Sauerstoff kann es noch nicht mit der electrolytischen Methode konkurrieren. Als Sprengstoff eignet es sich nicht, weil seine niedrige Temperatur es wiederum zu geringem Nutzeffekt verurteilt, und zu Triebkraftzwecken ist sein Preis bei weitem zu hoch. Interessant ist es jedoch zu bemerken, dass beim Betreiben einer Maschine mit fluessiger Luft eine gewisse Menge Energie von der Maschine gewonnen werden kann, oder, anders ausgedruckt, von dem umgebenden Medium, welches die Maschine warm hält, indem je zweihundert Pfund Gusseisen derselben Energie von einer effektiven Pferdekraft in der Stunde zufuhren. Aber dieser Gewinn des <sup>Motors</sup> Kontrahenten wird durch einen gleichgrossen Verlust des Erzeugers ausglichen.

Es ist noch viel zu tun an dieser Aufgabe, an welcher ich so lange gearbeitet habe. Eine Anzahl mechanischer Details müssen noch vervollkommen und einige Schwierigkeiten anderer Natur ueberwunden werden, und ich kann nicht Hoffen, eine selbsttätige, Energie aus dem Medium ziehende Maschine zu erzeugen, ehe noch eine gewisse Zeit verflossen ist, sogar wenn alle meine Erwartungen sich verwirklichen sollten. Viele Umstände sind aufgetreten, die in der letzten Zeit meine Arbeit verzögert haben, aber aus verschiedenen Gründen war diese Verzögerung vorteilhaft.

Einer dieser Gründe war, dass ich reichlich Zeit hatte,

darüber nachzudenken, was die ~~enormen~~ <sup>echtes</sup> Möglichkeiten dieser Entwicklung sein könnten. Eine lange Zeit arbeitete ich mit der festen Überzeugung, dass die praktische Verwirklichung dieser Methode Energie von der Sonne zu erhalten von unerreichbaren industriellen Werte sein würde, aber fortgesetztes Studium des Gegenstandes enthielt die Tatsache, dass, ~~ebenfalls~~ <sup>gleich</sup> ~~commeally~~ sie geschäftlich profitabel eintraglich sein wird, wenn meine Erwartungen wohl begründet sind, dies doch nicht im ausserordentlichen Maasse der Fall sein wird.

## Entdeckung unerwarteter Eigenschaften der Atmosphäre - der Versuch

Wichtigste Versuche - Übertragung elektrischer Energie durch einen Draht ohne Rückleitung - Übertragung durch die Erde ohne jeglichen Draht.

Hoch einer dieser Gründe war, dass ich veranlasst wurde zu erkennen, die Übertragung elektrischer Energie auf beliebige Entfernung durch die Media sei bei weitem die beste Lösung des grossen Problems, die Energie der Sonne zum Gebrauche des Menschen auszunützen. Eine lange Zeit war ich überzeugt, dass eine solche Übertragung ~~in~~ industriellem Maasse nicht bewerkstelligt werden könnte, aber eine Entdeckung die ich machte änderte meine Ansicht. Ich beobachtete, dass die Atmosphäre, die unter normalen Zuständen ein hoher Isolator ist, unter gewissen Bedingungen leitende Eigenschaften annimmt und so geeignet wird, beliebige Mengen elektrischer Energie fortzuleiten. Aber die Schwierigkeiten, die einer praktischen Verwertung dieser Entdeckung zum Zwecke der Übertragung elektrischer Energie im Wege standen, schienen unüberwindlich. Elektrische Spannungen von Millionen von Volt mussten erzeugt und gehandhabt werden; Generatoren neuer Art, imstande die unglaublichen elektrischen Kraftausserungen auszuhalten, mussten erfunden und vervollkommen werden, und vollständige Sicherheit gegen die Gefahren des Hochspannungstromes musste in dem System erreicht werden, bevor auch nur an seine praktische Einführung ge-

dacht werden konnte. All  ~~diese~~ <sup>das</sup> liess sich nicht ~~tu~~ in ein Paar Wochen oder Monaten, oder gar Jahren! Die Arbeit erforderte Geduld und beständige Hingabe, aber Verbesserungen kamen, wenn auch langsam. Andere Resultate wurden jedoch im Laufe dieser lang fortgesetzten Arbeit erreicht, und ich werde versuchen, eine kurze Beschreibung von denselben zu geben, indem ich die hauptsächlichsten Fortschritte ~~aufzähle~~ in der Reihenfolge, in welcher sie gemacht wurden.

Die Entdeckung der leitenden Eigenschaften der Luft, obgleich unerwartet, war nur ein natürliches Resultat von Experimenten auf einem besonderen Felde, die ich seit mehreren Jahren vor dem betrieben hatte. Es war, glaube ich, im Jahre 1889, als gewisse Möglichkeiten, welche von ausserordentlich schnellen elektrischen Schwingungen geboten wurden, mich bewogen, eine Anzahl spezieller, zu ihrer Untersuchung geeigneter Maschinen zu entwerfen. Der eigenartigen Erfordernisse wegen war die Konstruktion dieser Maschinen sehr schwierig und nahm viel Zeit und Mühe in Anspruch; aber meine Arbeit an denselben wurde reichlich belohnt, denn ich erzielte durch sie mehrere neue und wichtige Resultate. Eine der ersten Beobachtungen, die ich mit diesen neuen Maschinen machte war, dass elektrische Schwingungen von ungemein hoher Wechselzahl in ausserordentlicher Weise auf den menschlichen Organismus wirken. So z. B. bewies ich, dass kraftige elektrische Entladungen von mehreren

hundert tausend Volt, die zu jener Zeit fuer absolut toetlich gehalten wurden, ohne Unbeduerlichkeit oder schaedliche Folgen durch den Koerper gesandt werden konnten. Diese Schwingungen erzeugten noch andere spezifische physiologische Wirkungen, die nach meiner Bekanntmachung eifrig von erfahrenen Aerzten aufgenommen und weiter untersucht wurden. Dieses neue Gebiet hat sich ueber alle Erwartung fruchtbar erwiesen, und in den wenigen Jahren, die seitdem verflossen sind, ist es bis zu einem solchen Grade entwickelt worden, dass es heute eine legitime und wichtige Abteilung der medizinischen Wissenschaft bildet. Viele Recitale, die zu jener Zeit fuer unmoeglich gehalten wurden, sind jetzt mit diesen Schwingungen leicht erreichbar, und viele Experimente, von denen man damals nicht traeuete, sind vermoege derselben leicht ausfuehrbar. Mit Vergnuegen denke ich noch daran zurueck, wie ich vor neun Jahren vor einer wissenschaftlichen Versammlung die Entladung einer kraeftigen Induktionspule durch meinen Koerper sandte, um die vermeintliche grosse Harmlosigkeit schnell schwingender elektrischer Stromen zu beweisen, und ich kann mich noch an das Erstaunen meiner Zuhoerer erinnern. Ich wuerde es jetzt unternehmen, mit viel weniger Besorgniß als ich bei <sup>zu</sup> jenem Experimente hatte, mit solchen Stromen die gesamte der jetziger gegenwaertig an Niagara arbeitenden Dynamen - vierzig oder fuenfzig tausend Pferdekraft - durch meinen Koerper zu uebertragen. Ich habe Schwingungen von solcher Intensität erzeugt, dass, wenn sie durch meine Arme und Brust zirkulierten, sie

die Draehte zerschmolzen, die meine Haende verbanden, und doch habe ich keine Unannehmlichkeit verspürt. Ich habe mit diesen Schwingungen eine Schleife aus dickem Kupferdraht so stark geladen, dass metallische Massen, und sogar Gegenstände von spezifisch höherem Widerstande als das menschliche Gewebe, wenn in die Nahe der Schleife gebracht oder in dieselbe gestellt, auf eine hohe Temperatur erwärmt würden und schmolzen, oft mit der Heftigkeit einer Explosion, und doch habe ich in denselben Raum, wo dieser furchtbare zerstörende Aufruhr stattfand, wiederholt meinen Kopf gesteckt ohne irgend etwas zu fühlen oder schädliche Nachwirkungen zu erleiden.

Noch eine Beobachtung war, dass vermittels solcher Schwingungen Licht auf eine neue und oekonomischere Weise erzeugt werden konnte, und sie versprach zu einem idealen Systeme elektrischer Beleuchtung mit Vakuumröhren zu führen, indem sie die Notwendigkeit der Erneuerung der Lampen oder Gluehkörper, und möglicherweise auch den Gebrauch von Drähten im Innern der Gebäude beseitigte. Der Nutzeffekt dieses Lichtes steigt im Verhältnis zur Schnelligkeit der Oscillationen, und sein kommerzieller Erfolg hängt deshalb ab von der oekonomischen Erzeugung elektrischer Schwingungen äusserster Geschwindigkeit. In dieser Richtung habe ich in der letzten Zeit erfreulichen Erfolg gehabt, und die praktische Einführung dieses neuen Beleuchtungssystems ist nicht mehr fern.

Die Forschungen führten zu vielen anderen wertvollen Beobachtungen und Resultaten; eines der wichtigsten war der Beweis, dass es möglich ist, elektrische Energie durch einen Draht, ohne Rückleitung, zu liefern. Anfangs konnte ich auf diese neue Weise nur eine kleine Menge elektrischer Energie übertragen, aber auch auf diesem Gebiete sind meine Anstrengungen mit ziemlichen Erfolge belohnt worden.

Die Photographie in Fig. 3 illustriert, wie die sie begleitende Erläuterung erklärt, eine wirkliche Übertragung dieser Art, ausgeführt mit Apparaten, die auch zu den anderen hier beschriebenen Experimenten benutzt wurden. Bis zu welchen Grade der Vollkommenheit die Vorrichtungen seit meinen ersten Demonstrationen vor einem wissenschaftlichen Vereine im Anfang des Jahres 1891 gebracht worden sind, damals als meine Apparate kaum in Stande waren, eine Lampe zu erleuchten (ein Resultat, das als wunderbar angesehen wurde) wird klar sein, wenn ich sage, dass es mir jetzt keine Schwierigkeiten bereitet, auf diese Weise vier bis fünf hundert Lampen zu erleuchten, und dass ich eine noch viel grössere Anzahl erleuchten könnte. In der Tat, die Mengen, die so zum Betriebe irgend einer elektrischen Vorrichtung geliefert werden kann ist unbegrenzt.

Nachdem ich die Möglichkeit dieser Übertragungsmethode befestigt hatte, kam mir natürlich der Gedanke, die Erde als Leiter zu verwenden und so alle Drähte abzuschaffen. Was auch die Pläne jetzt sein mög., es ist eine Tatsache, dass sie sich

wie eine unzusammenziehbare Flüssigkeit verhält, und dass die Erde als ein ungeahntes Reservoir von Elektrizität angesehen werden darf, die, glaube ich, durch eine richtig entworfene Maschine auf effektive Weise aus dem Gleichgewichtszustand gebracht werden könnte. Dergemäss war mein nächstes Streben darauf gerichtet, einen besonderen Apparat zu vervollkommen, der zur Erzeugung einer Steuerung der Elektrizität in der Erde höchst wirksam sein würde. Der Fortschritt in dieser neuen Richtung war notwendigerweise langsam und die Arbeit enttäglichend, bis es mir endlich gelang, eine neue Art von Transformatoren oder Induktionsspulen zu vervollkommen, die sich besonders für diesen speziellen Zweck eignen. Dass es möglich ist, auf diese Weise nicht nur winzige Energiemengen zur Beleuchtung empfindlicher elektrischer Vorrichtungen, wie ich anfanglich beabsichtigte, sondern auch elektrische Energie in grosseren Mengen zu übertragen, wird aus einer Betrachtung der Figur 4 hervorgehen, die ein wirkliches, mit demselben Apparate verrichtetes Experiment dieser Art darstellt. Das erzielte Resultat war um so bemerkenswerter, da das obere Ende der Spule nicht mit einem Drahte oder einer Platte zur Erhöhung des Effekts verbunden war.

"Drahtlose" Telegraphie - Das Geheimnis der Abstimmung -  
Instrumente in den Hertz'schen Versuchen - Ein Empfänger von wunder-  
barer Empfindlichkeit.

Das erste Resultat meiner Versuche auf diesem letzteren Gebiete war ein System der Telegraphie ohne Draht, welches ich in zwei wissenschaftlichen Vorträgen im Februar und März 1893 beschrieben habe. In Schema c ist es mechanisch dargestellt. Der obere Teil zeigt die elektrische Einrichtung, wie ich sie damals beschrieb, während der untere Teil das mechanische Analogon illustriert. Das System beruht auf ausserordentlich einfachen Grundsätzen. Man denke sich zwei Stimmgabeln F F<sub>1</sub>, eine auf der Sendestation und die andere ~~bestimmungsmässig~~ auf der Empfängerstation, und an die untere Zinke einer jeden einen winzigen Kolben befestigt, passt der in einen Cylinder<sup>4</sup>. Beide Cylinder stehen in Verbindung mit einem grossen Reservoir R mit elastischen Wänden, welches als geschlossen und mit einer leichten, unzusammendrückbaren Flüssigkeit angefüllt zu denken ist. Durch wiederholtes Anschlagen einer der Zinken der Stimmgabel F würde der kleine Kolben p unten in Schwingung versetzt werden, und die Schwingungen, durch die Flüssigkeit übertragen, würden die entfernte Gabel F<sub>1</sub> erreichen, die auf Gabel F oder, mit anderen Worten, auf dieselbe Note als diese "abgestimmt" ist. Die Gabel F<sub>1</sub> würde nun in Schwingung gesetzt

werden, und ihre Schwingungen würden durch die fortgesetzte Wirkung der Gabel F verstärkt werden, bis ihre obere Zinke, weit hinaus schwingend, elektrische Verbindung machen würde mit einem festen Kontakt c" und so irgend welche elektrische oder andere Apparate, die zum Registriren der Signale dienen können, in Tactigkeit setzen! Auf diese einfache Weise könnten Botschaften zwischen zwei Stationen ausgetauscht werden, indem auch in der Nähe der oberen Zinke der Gabel F ein aehnlicher Kontakt c' angebracht würde, sodass der Apparat auf jeder Station abwechselnd als Empfänger und Sender benutzt werden könnte.

Das in der oberen Figur von Schema c illustrierte elektrische System ist genau dasselbe; die zwei Drahte oder Stromkreise E S P und E1 S1 pl, die vertikal in die Höhe gehen, treten an die Stelle der beiden Stimmgabeln mit den daran befestigten Kolben. Diese Stromkreise sind mit der Erde verbunden durch die Platten E E1 und mit zwei erhöhten Metallflächen P pl, welche Elektrizität aufspeichern und so bedeutend die Wirkung erhöhen. Das geschlossene Reservoir mit elastischen Wänden wird in diesem Falle durch die Erde vertreten, und die Flüssigkeit durch Elektrizität. Beide Stromkreise sind "abgestimmt" und funktionieren genau wie die zwei Stimmgabeln. Anstatt auf der Sendestation die Gabel F anzuschlagen, werden in dem vertikalen Schie- oder Übertragungsdrähte elektrische Schläge ~~erzeugt~~, wie z. B. durch die Tactigkeit

elektrische Schwingungen erzeugt  
einer in diesen Draht eingeschlossenen Quelle S, welche sich durch  
die Erde verbreiten, ~~und~~ den fernen vertikalen Empfangsdraht  
 $s_1$   $s_2$  erreichen und in demselben entsprechende elektrische  
Schwingungen erregen. In letzterem Draht ist eine empfindlicher  
Vorrichtung ~~oder~~ <sup>S'</sup> ~~Empfänger~~ eingeschlossen, der so in Taktigkeit  
gesetzt wird und ein Relai oder anderes Instrument in Betrieb bringt.  
Jede Station ist natürlich sowohl mit einer Quelle elektrischer  
Schwingungen als auch mit einem empfindlichen Empfänger  $s^1$  verse-  
hen, und es wird eine einfache Vorrichtung getroffen, um jeden der  
beiden Drähte abwechselnd zum Senden und Empfangen von Depeschen  
zu gebrauchen.

Die genaue Abstimmung der beiden Stromkreise gewährt  
große Vorteile und ist in der Tat von wesentlicher Bedeutung bei  
der praktischen Verwendung des Systems. Es erstickten in dieser  
Beziehung viele populäre Irrtümer, und in den technischen Berich-  
ten über diesen Gegenstand werden, in der Regel, Stromkreise und  
Vorrichtungen als diese Vormügs besitzend beschrieben, wenn aus  
ihrer Beschaffenheit gerade klar hervorgeht, dass dies unmöglich  
ist. Zur Erzielung der besten Resultate ist es wesentlich, dass  
die Länge eines jeden Drahtes oder Stromkreises, von der Erdver-  
bindung bis an das obere Ende, einer Viertel-Wellenlänge der elek-  
trischen Schwingung in dem Drahte gleich sei, oder sonst gleich  
jener Länge multipliziert mit einer ungeraden Zahl. Ohne die Be-

obachtung dieser Regel ist es tatsachlich unmöglich, Interferenz der Botschaften zu verhüten oder ihre Geheimhaltung zu sichern. Darin besteht das Gelehrnis der Abstimmung. Um die allerbesten Resultate zu erlangen ist es jedoch notwendig, zu elektrischen Schwingungen niedriger Frequenz Zuflucht zu nehmen. Mit den allgemein von Forschern angewandten Hertz'schen Funkapparate, der Oscillationen sehr hoher Frequenz erzeugt, ist eine wirksame Abstimmung nicht möglich, und geringe Störungen reichen hin, um eine Auswechselung von Depeschen untrüglich zu machen. Aber wissenschaftlich entworfene, zweckmaessige Vorrichtungen gestatten ein fast vollkommenes Adjustieren. Ein Experiment, welches mit den wiederholt erwähnten verbesserten Apparate angestellt und dazu bestimmt war, von dieser Eigenschaft eine Vorstellung zu geben, ist in Fig. 3 illustriert, wie durch den ihr beigegebenen Text hiesiglich erläutert ist.

Seitdem ich diese einfachen Grundsätze der Telegraphie ohne Drahte beschrieb, habe ich oft Gelegenheit gehabt zu bemerken, dass die identischen Mittel und Elemente in dem offenbaren Gläuben gebraucht worden sind, die Signale werden durch Hertz'sche Strahlungen auf beträchtliche Entfernnungen übertragen. Dieses ist nur eines der Missverständnisse, zu denen die Verschüttungen des leider so früh verstorbene[n] Physikers Anlass gegeben haben. Vor etwa drei und dreissig Jahren entwickelte Faraday, ein von Faraday im Jahre 1845 gemacht Experiment verfolgend, eine ideal einfache Theorie, welche

Licht, strahlende Waerme und elektrische Phaenomna eng verband, indem sie alle erklarete als ~~herruehrend~~ von Schwingungen einer hypothetischen Fluessigkeit von unbegreiflicher Feinheit, genannt, der <sup>äther</sup> ~~herrührend erklärte.~~. Ein experimenteller Beweis wurde nicht erreicht bis Hertz, ~~Aether~~. Ein experimenteller Beweis wurde nicht erreicht bis Hertz, auf Anregung von Helmholtz, eine Reihe von Experimenten zu diesem Zwecke unternahm. Hertz ging mit ausserordentlichem Geist und Einsicht zu Werke, widmete jedoch der Verwollkommnung seiner almodischen Apparate wenig Aufmerksamkeit. Die Folge davon war, dass er verfehlte zu beobachten, welch eine wichtige Rolle die Luft bei seinen Experimenten spielte, wie ich später entdeckte. Ich wiederholte seine Versuch und als ich andere Resultate erreichte, wagte ich es, auf dieses Verschen hinzuđuten. Die Kraft der von Hertz aufgestellten Beweise zur Unterstuetzung der Maxwell'schen Theorie beruhte auf der richtigen Abschaczung der Schwingungsdauer der Stromkreise, die er gebrauchte. Aber ich stellte fest, dass er nicht Schwingungen von solcher Dauer, wie er vomeintlich bekam, haette erhalten koennen. Die Schwingungen sind bei Apparaten identisch mit denen, die er anwandte, in der Regel viel langsamer, was von der Gegenwart der Luft herruehrt, die auf einen schnell schwingenden elektrischen Stromkreis hoher Spannung eine daempfende Wirkung ausuebt, wie eine Fluessigkeit auf eine vibrierende Stimmabel. Ich habe seit der Zeit jedoch noch Gruende fuer andere Fehler entdeckt, und ich habe schon lange aufgehobt, meine Resultate als

experimentellen Beweis der poetischen Auffassungen Maxwell's zu anzusehen. Die Arbeit des grossen deutschen Physikers hat gewirkt, als ein mächtiger Sporn für elektrische Forschung in der Neuzeit, hat aber gleichfalls durch seinen Zauber den wissenschaftlichen Geist gewissermaßen gelähmt und so selbständige Forschung verhindert. Jedes neu entdeckte Phänomen wurde der Theorie angepasst, und die Wahrheit ist so sehr oft entstellt worden.

Als ich dieses System der Telegraphie bekannt machte, herrschte in meinem Geiste die Idee vor, Verbindung auf jede Entfernung durch die Erde oder das umgebende Medium zustande zu bringen, denn ich hielt ein solches praktisches Ergebnis für über alle Massen wichtig, hauptsächlich wegen der moralischen Wirkung, die es in der ganzen Welt erzeugen musste. Als ersten Versuch zu diesem Zwecke schlug ich zu jener Zeit die Anwendung von Relaisstationen mit abgestimmten Stromkreisen vor, in der Hoffnung, so das Signalisieren auf weite Entfernungen, sogar mit den mir damals zur Verfügung stehenden massig kraftigen Apparaten möglich zu machen. Ich war jedoch überzeugt, dass mit zweckmäßig entworfenen Maschinen Signale nach irgend einem Punkte der Erde übertragen werden könnten, welches auch immer die Entfernung sei, ohne die Notwendigkeit solche Zwischenstationen zu verwenden. Ich gewann diese Überzeugung durch die Entdeckung eines seltsamen elektrischen Phänomens, welches ich anfangs 1892 ~~beschrieb~~, in Vorträgen

Beschreibung

gehalten vor wissenschaftlichen Vereinen in Europa, und welches ich  
"rotierendes Lichtbüschel" genannt habe. Es ist dies ein Lichtbuchen-  
dol, das sich unter gewissen Bedingungen in einer Vakuumbirne bil-  
det, und welches gegen magnetische und elektrische Einflüsse eine  
Empfindlichkeit besitzt, die ~~so zu sagen~~ an das Uebernatürliche  
grenzt. Dieses Lichtbüschel wird durch den Magnetismus der Erde  
mit grosser Geschwindigkeit, bis ~~auf~~ zweytausend mal in der  
Sekunde, rotiert; in <sup>unseren</sup> ~~diesen~~ Gegenden dreht es sich in entgegen-  
setzter Richtung als ~~es~~ auf der südlichen Hemisphaere ~~zu~~ <sup>um</sup>,  
während es sich in der Nachbarschaft des magnetischen Aequators  
gar nicht drehen sollte. In seinem empfindlichsten Zustande, wel-  
cher schwer zu erreichen ist, spricht es bis zu einem fast unglaub-  
lichen Grade auf elektrische oder magnetische Einflüsse an. Das  
blosse Steifnachen der Armmuskeln des in einiger Entfernung stehend-  
den Beobachters und die daraus entstehende geringe elektrische Ver-  
änderung in seinem Körper macht auf dasselbe einen merklichen  
Eindruck. In diesem höchst empfindlichen Zustande vermag es, die  
geringsten in der Erde stattfindenden elektrischen oder magne-  
tischen Änderungen anzudeuten. Die Beobachtung dieses wunderbaren  
Phänomenons staerkte in mir maechtig das Gefühl, dass mit seiner  
Hilfe Verständigung auf irgend eine Entfernung leicht bewerkstel-  
ligt werden konnte, vorausgesehen ein Apparat könnte vervollkommen  
werden, der imstande war, in dem elektrischen oder magnetischen

Zustände der Erdkugel oder des umgebenden Mediums eine Änderung,  
und sei sie auch noch so gering, hervorzurufen.

Entwicklung eines neuen Prinzips - Der elektrische  
Oscillator - Erzeugung ungeheurer elektrischer Bewegungen - Die  
Erde antwortet dem Menschen - Verständigung zwischen Planeten  
nun wahrscheinlich.

Ich beschloss, mein ganzes Streben dieser verwegenen Aufgabe zuzuwenden, obgleich sic grosse Opfer erforderte, denn die Schwierigkeiten, welche überwunden werden mussten waren derart, dass ich sie nur nach jahrelanger Arbeit zu lösen hoffen durfte. Dies bedeutete Verzögerung anderer Arbeit, der ich mich mit Vorliebe gewidmet hätte, aber ich kam zu der Überzeugung, dass ich meine Kräfte nicht zu besserem Nutzen verwenden konnte; denn ich erkannte, dass ein zweckdienlicher Apparat zur Erzeugung elektrischer Schwingungen, wie er zu diesem besonderen Vorhaben benötigt war, auch der Schlüssel (war) zur Lösung anderer höchst wichtiger elektrischer und, in der Tat, menschlicher Probleme. Nicht nur war Verkehr ohne Draht auf jede Entfernung mittels derselben möglich, sondern auch die Übertragung von Energie in grossen Mengen, das Verbrennen atmosphärischen Stickstoffes, die Erzeugung eines ökonomischen Beleuchtungsmittels und viele andere Resultate von unschätzbarem wissenschaftlichen und industriell Werte. Endlich hatte ich jedoch die Genugtuung, die unternommenen Aufgabe ~~zu vollenden~~ <sup>zu vollenden</sup> durch Anwendung eines neuen Prinzips, dessen Wirkungskraft auf den wunderbaren Eigenschaften des elektrischen Kondensators be-

ruht. Eine darselben ist, dass er seine aufgespeicherte Energie in unbegreiflich kurzer Zeit entladen oder explodieren kann. Infolge dessen giebt es nichts, was der Gewalt seiner Explosion gleichkommt. Die Explosion von Dynamit ist nur wie der Atem eines Schwindsuechtigen im Vergleich zu seiner Entladung. Vermoege desselben kann man den staerksten Strom, die hoechste elektrische Spannung, den groessten Aufruhr im Medium erzeugen. Noch eine seiner Eigenschaften von gleichgrossem Werte ist, dass seine Entladung mit beliebiger Geschwindigkeit, bis zu vielen Millionen Malen in der Sekunde, vibrieren kann.

Ich hatte in den auf andere Weisen erreichbaren Geschwindigkeiten die Grenze erreicht, als ich auf den gluecklichen Einfall kam, zu dem Kondensator Zuflucht zu nehmen. Ich wickelte ein solches Instrument so ein, dass es <sup>in</sup> schneller Aufeinanderfolge abwechselnd geladen und entladen wurde durch eine Spule mit einigen Windungen dicken Drahtes, welcher die Primare eines Transformators oder einer Inductionsspule bildete. Jedes Mal, wenn der Kondensator entladen wurde, zitterte der Strom in dem Primardrahte und induzierte entsprechende Oscillationen in dem sekundaeren. So wurde, nach neuen Prinzipien, ein Transformator oder Induktorium entwickelt, von mir "der elektrische Oscillator" genannt, welcher teilnimmt an jenen eigenartigen Qualitaeten, die den Kondensator charakterisieren und uns gestattet Resultate zu erzielen, die mit andern Mitteln unmöglich sind. Elektrische Effekte von beliebigem Charakter

und von unerhoerter Intensitaet lassen sich nun leicht erzeugen mit vervollkommenen Apparaten dieser Art, die schon haufig erwacht wurden und deren wesentliche Bestandteile in Figur 6 gezeigt sind. Fuer gewisse Zwecke ist ein starker Induktionseffekt notwendig; fuer andere die grosstmoeglichste plötzlichkeit; fuer noch andere eine aussergewohnlich schnelle Schwingung oder ausserordentlich hohe Spannung; während fuer gewisse andere ~~Verhältnisse~~ ungeheure elektrische Bewegungen noetig sind. Die Photographien von Experimenten in Figur 7, 8, 9 und 10 moegen dazu dienen, einige dieser Eigenschaften zu illustrieren und eine Idee ~~zu gewinnen~~ von der Groesse der Effekte, die tatsaechlich erzeugt wurden. Die Vollstaendigkeit der unterschriften der Abbildungen macht ihre weitere Beschreibung unnötig.

Wie ausserordentlich die gezeigten Resultate auch erscheinen moegen, so sind sie doch nur geringfuegig im Vergleich mit denen, die mit Apparaten, entworfen nach diesen selbigen Grundsätzen, erreichbar sind. Ich habe elektrische Entladungen erzeugt, deren wirklicher Pfad, von Ende bis Ende, wahrscheinlich laenger als hunder Fuss war; aber es würde nicht schwierig sein, hundert mal so lange Entladungen zu erreichen. Ich habe elektrische Bewegungen erzeugt, die annähernd hundert tausend Pferdestärken erreichten, aber Bewegungen von einer, fuenf oder zehn Millionen Pferdestärken sind leicht moeglich. In diesen Experimenten wurden Effekte her-

*unvergleichlich*  
vergerufen groesser als je von Menschenhand erzeugt worden sind,  
und doch sind diese Resultate nur der Keim dessen, was werden  
soll.

Dass Verkehr ohne Draehte mit irgend einem Punkte der Erde  
mittels solcher Apparate moeglich ist, duerfte wol keinen Beweis  
erfordern, aber eine Entdeckung, die ich mache, lieferte mir davon  
absolute Gewissheit. Populair erkltaert, ist sie genau wie folgt:  
Wenn wir unsere Stimme erheben und hoeren ein Echo antworten, dann  
wissen wir, dass der Schall unserer Stimme eine ferne Wand oder  
Begrenzung erreicht haben und von dort reflektiert worden sein  
muss. Eben so wie der Schall wird auch eine elektrische Welle re-  
flektiert, und einen gleichen Beweis, wie das Echo, liefert ein  
elektrisches Phaenomenon, welches als eine "stehende Welle" bekannt  
~~ist - das heisst, eine Welle mit festen Knoten- und Bauchpunkten.~~  
Anstatt Schallschwingungen nach einer fernen Wand zu senden, habe  
ich elektrische Schwingungen nach den fernen Grenzen der Erde ge-  
sendt, und anstatt der Wand hat die Erde geantwortet. Statt eines  
Echos habe ich eine stehende elektrische Welle erhalten, eine Welle,  
die aus weiter Ferne reflektiert wurde.

Stehende Wellen in der Erde bedeuten mehr, als blosse  
Telegraphic ohne Draht auf jede Entfernung. Sie werden uns in stand  
setzen, viele wichtige spezifische Resultate zu erzielen, die sonst  
unmoeglich sind. So z. B. koennen wir vormoeglich derselben von einer

Sendestation aus in irgend einer besonderen Gegend der Erde kugel nach belieben eine elektrische Wirkung erzeugen; wir koennen die relative Lage oder den Kurs eines sich bewegenden Gegenstandes, wie eines Schiffes auf der See, feststellen, sowie auch die Entfernung, welche es zuruecklegt, oder seine Geschwindigkeit; oder wir koennen eine Elektrizitaetswelle mit beliebiger Schnelligkeit ueber die Erde wandern lassen, vom Gang einer Schildkröte bis Blitzesschnelle.

Mit diesen Entwickelungen haben wir guten Grund zu erwarten, dass in nicht sehr ferner Zeit die meisten telegraphischen Depeschen ueber die Seen ohne Kabel werden uebertragen werden. Fuer kurze Entfernnungen brauchen wir ein "drahtloses" Telefon, welches keine erfahrenen Waerter benoetigt. Je grösser die zu ueberbrueckenden Räume sind, desto rationeller wird der Verkehr ohne Draehte. Das Kabel ist nicht nur ein leicht beschädigtes und kostbares Instrument, sondern es beschraenkt uns auch in der Geschwindigkeit der Uebertragung wegen einer gewissen Eigenschaft, die mit seiner Konstruktion untrennbar verbunden ist. Eine richtig entworfene Anlage fuer drahtlosen Verkehr sollte eine viele Male so grosse Arbeitsfahigkeit besitzen als ein Kabel, während sie mit unvergleichlich geringerem Kostenaufwand verbunden sein wird. Es wird nicht lange dauern, glaube ich, ehe der Verkehr mittels Kabel ~~ausgestorben~~ aufgegeben werden wird, und das Signalisieren nach dieser neuen Methode wird nicht nur schneller und billiger ~~sein~~, son-

dern auch viel sicherer. Die Anwendung neuer Mittel zur Absicherung der Deseschien, welche ichersonnen habe, gewahrt eine fast vollkommene Geheimhaltung.

Disher habe ich obige Effekte nur auf die geringe Entfernung von etwa sechs hundert Meilen beobachtet, da aber die Kraft der Schwingungen, die mit einem solchen Oscillator erzeugt werden koennen, tatsaechlich keine Gronzen hat, bin ich von dem Erfolg einer solchen Anlage zur Herstellung transatlantischen Verkehrs vollaugt ueberzeugt. Und dies ist nicht alles. Meine Messungen und Berechnungen haben gezeigt, dass es vollkommen moeglich ist, durch Anwendung dieser Prinzipien auf unserer Erdkugel eine elektrische Bewegung von solcher Art zu erzeugen, dass ohne den geringsten Zweifel ihr Effekt auf einigen der naheren Planeten, wie Venus oder Mars, wahrnehmbar sein werde. Also ist aus der blossen Moeglichkeit eines interplanerischen Verkehrs eine Wahrscheinlichkeit geworden. Dass wir auf einem dieser Planeten einen entschiedenen Effekt erzeugen koennen (auf diese neue Weise), naemlich durch die Steuerung des elektrischen Zustandes der Erde, ist in der Tat ueber allen Zweifel erhoben. Dieser Weg einen solchen Verkehr herzustellen unterscheidet sich jedoch wesentlich von allen andern, die bisher von wissenschaftlichen Masnern vorgeschlagen worden sind. In allen diesen fruheren Fauellen konnte nur ein winziger Bruchteil der gesamten Energie, die den Planeten erreichte - so viel wie

moeglicherweise in einem Reflektor konzentriert werden konnte - von dem vermutlichen Beobachter in seinem Instrumente verwertet werden. Aber durch die Mittel, welche ich entwickelt habe, wird er befähigt sein, den grösseren Teil der ganzen, nach den Planeten übertragenen Energie in seinem Instrumente zu konzentrieren, und die Möglichkeit auf dieses einzuwirken ist dadurch millionenfach vergroessert.

Ausser der Maschinerie zur Erzeugung von Schwingungen <sup>von</sup> der erforderlichen Kraft müssen wir empfindliche Mittel haben, welche geeignet sind, die schwachen Einflüsse, welche auf die Erde ausgeübt werden, anzuziehen. Auch für solche Zwecke habe ich neue Methoden vervollkommen. Vermöge derselben werden wir unter Anderem auch imstande sein, auf beträchtliche Entfernung die Gegenwart eines Eisberges oder irgend eines andern Gegenstandes auf dem Meere zu entdecken. Vermöge derselben habe ich auch einige neue irdische Phänomene entdeckt, die noch unerklärt sind. Dass wir eine Botschaft nach einem Planeten senden können ist gewiss, dass wir eine Antwort erhalten können ist wahrscheinlich: der Mensch ist nicht das einzige geistbegabte Wesen in der Unendlichkeit.

Übertragung elektrischer Energie ohne Draht auf jede Entfernung - nur möglich - Das beste Mittel zur Steigerung der Kraft, welche die menschliche Masse beschleunigt.

Die wertvollste Beobachtung, die im Laufe dieser Forschungen gemacht wurde, war das ausserordentliche Benehmen der Atmosphäre gegen elektrische Impulse von uebermassiger elektromotorischer Kraft. Die Versuche zeigten, dass die Luft bei gewöhnlichem Druck entschieden leitend wurde, und dies eröffnete die wunderbare Aussicht, grosse Mengen elektrischer Energie fuer Industriezwecke ohne Draht auf weite Entfernungen zu übertragen, eine Möglichkeit, an die man bis zu jener Zeit nur als einen Traum der Wissenschaft gedacht hatte. Weitere Nachforschungen enthielten die wichtige Tatsache, ~~metodexzessiv~~ dass die Leistungsfähigkeit, welche der Luft durch diese elektrischen Impulse von vielen Millionen Volt vorliehen wurde, mit dem Grade der Verdunstung sehr rasch zunahm, sodass sehr maessig hohe Luftsichten, die leicht zugeänglich sind, nach allen auf Versuchen begründeten Beweisen fuer Stroms dieses Charakters ein vollkommener Leitungspfad ~~sein~~, <sup>der</sup> besser als ein Kupferdraht ist, bilden.

So eröffnete die Entdeckung dieser neuen Eigenschaften der Atmosphäre nicht nur die Möglichkeit, Energie in grossen Mengen ohne Bräute zu übertragen, sondern, was von noch grösserer

*ausserdem*

Tragweite ist, sie lieferte auch die Gewissheit, dass Energie auf diese Weise oekonomisch uebertragen werden konnte. In diesen neuen System ist es von geringer - in der Tat fast gar keiner - Bedeutung, ob die Uebertragung auf einige Meilen oder auf einige tausend Meilen stattfindet.

Wenn ich auch eine betrachtliche Energiemenge, die von industrieller Bedeutung sein wuerde, noch nicht nach dieser neuen Methode auf grosse Entfernung uebertragen habe, so habe ich mehrere Voransianlagen betrieben genau unter denselben Bedingungen, die in einer grossen Anlage dieser Art vorhanden sein werden, und die Ausfuehrbarkeit des Systems ist vollkommen bewiesen. Die Versuche haben endgultig gezeigt, dass mit zwei Polen, <sup>und</sup> erhalten in einer Höhe von nicht mehr als dreizig bis fuenf- und dreizig tausend Fuss ueber dem Meeresspiegel, und mit einer Spannung von fuenfzehn bis zwanzig Millionen Volt die Energie von tausenden von Pferdekraeften uebermittelt werden kann auf Entfernnungen, die hunderte und, wenn noetig, tausende von Meilen betrugen koennen. Ich hoffe jedoch, dass ich imstande sein werde, die Hohe, welche jetzt fuer die Endpole noetig ist, sehr erheblich zu vermindern, und zu diesem Zwecke folge ich einer Idee ~~noch~~, die eine solche Verwirklichung verspricht. Es existiert natuerlich ein populares Vorurteil gegen die Anwendung einer Spannung von Millionen von Volt, die Funken bis auf hunderte von Fuss ~~zu siedig konnseien~~ aussenden kann, aber, wie widersinnig es auch schinen moegt, das System, wie ich es in

einem technischen Werke beschrieben habe, gewahrt grossere persönliche Sicherheit, als die meisten gewöhnlichen Verteilungsnetze, die jetzt in Staedten gebraucht werden. Dies wird gewissermaassen bezeugt durch die Tatsache, dass, obgleich ich solche Experimente seit einer Reihe von Jahren betrieben habe, weder ich noch irgend einer meiner Assistenten eine Verletzung davongetragen hat.

Um aber eine praktische Einführung des Systems möglich zu machen, sind noch eine Anzahl von wesentlichen Anforderungen zu erfüllen. Es ~~ist~~ genügt nicht, Vorrichtungen zu entwickeln, vermittels derer eine solche Übertragung bewerkstelligt werden kann. Die Maschinerie muss von solcher Geschäftigkeit sein, dass sie die Umwandlung und Übertragung elektrischer Energie unter höchst ökonomischen und praktischen Bedingungen gestattet. Ferner muss donen, die sich mit der industriellen Ausbeutung natürlicher Kraftquellen, wie Wasserfallen, beschäftigen, ein Baugrund geboten werden, es muss ihnen ein grosserer Gewinn auf das angelegte Kapital gesichert sein, als sie durch lokale Entwicklung des Eigentums erwerben können.

Von dem Augenblicke an, als die Beobachtung gemacht wurde, dass, im Gegensatz zu der bestehenden Ansicht, niedrige und leicht erreichbare Schichten der Atmosphäre imstande sind, Elektrizität fortzuleiten, ist die Übertragung elektrischer Energie ohne

Dachte eine rationelle Aufgabe fuer den Ingenieur geworden, eine Aufgabe, die alle anderen an Wichtigkeit uebertrifft. Ihre praktische Loesung wuerde bedeuten, dass Energie fuer die Beduerfnisse des Menschen an allen Orten der Erde zur Verfuegung stehen wuerde, nicht in kleinen Mengen, wie man sie durch geeignete Maschinen aus dem umgebenden Medium ziehen koennte, sondern in tatsaechlich unbegrenzten Quantitaeten, von Wasseraellen. Der Export von Kraft wuerde dann zur Hauptekunftquelle werden fuer viele guenstig gelegene Laender, wie die Vereinigten Staaten, Canada, Central- und Sud-Amerika, die Schweiz und Schweden. Die Menschen koennten sich dann ueberall ansiedeln, mit wenig Muhe den Boden fruchtbar machen und bewaessern, ~~und~~ duerre Wuesten in Gaerten verwandeln, und so ~~kennen~~ die ganze Erde umgestalten ~~und~~ zu einem passonderen Wohnort fuer die Menschheit ~~ausgebaut~~ machen. Es ist höchst wahrscheinlich, dass, wenn sich auf dem Mars intelligente Wesen befinden, sie laengst diese selbige Idee verwirklicht haben, was die von Astronomen beobachteten Verzaenderungen seiner Oberflaeche erklären wuerde. Da die Atmosphaere auf diesem Planeten von bedeutend geringerer Dichtigkeit ist als die der Erde, waere die Aufgabe viel leichter.

Es ist wahrscheinlich, dass wir bald eine selbsttaetige Waermemaschine haben werden, die imstande ist, massive Energien aus dem umgebenden Medium zu ziehen. Es besteht auch eine Nochlichkeit, wenn auch eine geringe - dass wir elektrische Energie

unmittelbar von der Sonne gewinnen können. Dies dürfte der Fall sein, wenn die Maxwell'sche Theorie, nach welcher elektrische Schwingungen jeder Geschwindigkeit von der Sonne ausgehen sollten, wahr ist. Ich bin noch mit der Untersuchung dieses Gegenstandes beschäftigt. Sir William Crookes hat in seiner schönen Erfindung, bekannt als das "Radiometer", bewiesen, dass Strahlen durch Stoss eine mechanische Wirkung hervorbringen können, und dies könnte zu wichtigen Enthüllungen bezüglich der Ausnutzung der Sonnenstrahlen auf neuen Wegen führen. Andere Energiequellen mögen eröffnet und neue Methoden Energie von der Sonne zu gewinnen entdeckt werden, aber keine dieser oder ähnlicher Errungenschaften würde an Wichtigkeit der Übertragung von Kraft <sup>durch das Medium</sup> auf beliebige Entfernung gleichkommen. Ich kann mir keinen technischen Fortschritt denken, der mit grösserer Wirksamkeit dahin streben würde, die verschiedenen Elemente der Menschheit zu vereinigen, als dieser, und keinen, der mehr zu der menschlichen Energie hinzufügen und sie mehr steuern würde. Er würde das beste Mittel sein zur Steigerung der Kraft, welche die menschliche Rasse beschleunigt. Der blosse moralische Einfluss einer solch radikalen Neuerung würde unberechenbar sein. Wenn andererseits an irgend einem Orte der Erde Energie mittels einer selbsttaatigen Wärmemaschine oder auf andere Weise in beschränkten Quantitäten aus dem umgebenden Medium gewonnen werden kann, werden die Zustände bleiben wie ~~zuvor~~ <sup>zukünftig</sup>. Die

menschliche Leistung wird erhöht werden, aber die Menschen werden sich fremd bleiben, wie sie waren.

Ich vermute dass viele, nicht vorbereitet auf diese Resultate, die mir durch lange, vertraute Bekanntschaft einfach und selbstverständlich erscheinen, sie als noch weit von praktischer Anwendung entfernt betrachten werden. Solche Zurückhaltung, und sogar Widerstand einiger ist eine ebenso nützliche Eigenschaft und ein ebenso noetiges Element ~~für den~~ menschlichen Fortschritts, als die schnelle Empfänglichkeit und der Enthusiasmus anderer. So erhöht eine Masse, die zuerst der Kraft widerstrebt, die Energie, wenn sie einmal in Bewegung gesetzt ist. Der wissenschaftliche Mann trachtet nicht nach einem sofortigen Resultate. Er erwartet nicht, dass seine fortgeschrittenen Ideen bereitwillig aufgenommen werden. Seine Arbeit ist wie die des Pflanzers - fuer die Zukunft. Seine Pflicht ist, den Grundstein zu legen fuer die, welche kommen werden, und ihnen den Weg zu zeigen. Er lebt und wirkt und hofft mit dem Dichten, der da sagt:

Schaff', das Tagwerk meiner Hände,  
Hohes Glück, dass ich's vollende!  
Lass o lass mich nicht ermitteln!  
Nein, es sind nicht leere Träume:  
Jetzt nur Stangen, diese Bäume,  
Geben einst noch Frucht und Schatten!